2

ZUR

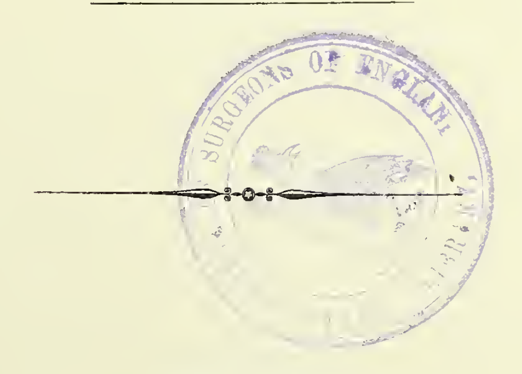
ONTOGENIE DER KNOCHENFISCHE

VON

C. K. HOFFMANN.

Veröffentlicht durch die Königliche Akademie der Wissenschaften zu Amsterdam.

MIT SIEBEN TAFELN.



AMSTERDAM,
JOHANNES MÜLLER.
1881.

ZUR

ONTOGENIE DER KNOCHENFISCHE

VON

C. K. HOFFMANN.

Einleitung.

Im Frühling von 1879 habe ich mich an der Küste der Zuiderzee bei Monnikendam, mit der Entwickelungsgeschichte des Zuiderzeeherings beschäftigt, damals mehr aus praktischen Rücksichten, durch „het Collegie voor de Zeevisscherijen" dazu aufgefordert, als zu rein wissenschaftlichen Zwecken. Die Gelegenheit, die Entwickelungsgeschichte eines Fisches zu studiren, welcher für unser Vaterland von einer so grossen Bedeutung ist, war mir höchst angenehm.

Vom Hering habe ich Eier aus allen Entwickelungsstufen zum Theil in Lösungen von Bi. Chrom. Kal. von 5 pCt., zum Theil in den von Bi Chrom. Amm. von 5 pCt., zum Theil in Lösungen von Osmiumsäure von $^1/_{10}$ pCt.—1 pCt., zum Theil in Lösungen von Osmiumsäure und Bi. Chrom. Kal. conservirt.

Von allen den in Rede stehenden Conservirungsflüssigkeiten sind Lösungen von Bi. Chrom. Amm., von Osmiumsäure, von Mischungen von Osmiumsäure und Bi. Chrom. Kal. nicht zu empfehlen. Nur für das Studium junger nicht geschlechtsreifer Eierstockeier leistet die Osmiumsäure (in schwachen Lösungen von $^1/_{10}$ pCt.—$^1/_5$ pCt) gute Dienste. Wohl zu empfehlen dagegen sind die Lösungen von Bi. Chrom. Kal. von 5 pCt.

A 1

Von den ersten vier Stunden nach der Befruchtung habe ich die Eier von Viertelstunde zu Viertelstunde, von der fünften Stunde bis zum Ende des zweiten Tages von Stunde zu Stunde, von dem Anfang des dritten Tages bis zum Ende des sechsten Tages jede zwei Stunden und von dem Anfang des siebenten Tages bis zum Auschlüpfen jede vier Stunden bewahrt.

Bekanntlich verdanken wir KUPFFER * eine schöne Monographie über die Entwickelungsgeschichte des Ostseeherings, welche mir bei meiner Untersuchung über die Entwickelung des Zuiderzeeherings von sehr grossem Nutzen und grosser Bequemlichkeit war. Als ich nachher zu Hause die auf oben angegebene Weise conservirten Eier in feinen Querschnitten genauer untersuchte, ergaben sich neben Punkten von grosser Uebereinstimmung, auch solche von so grossen Differenzen, dass ich die erste Gelegenheit benützte, um an anderen Arten und Gattungen von Knochenfischen die beim Hering angefangenen Studien weiter fortzusetzen.

Hierzu bot sich sehr bald günstige Gelegenheit, denn schon im Frühling und Sommer vorigen Jahres konnte ich in der zoologischen Station in Neapel die Ontogenie zahlreicher anderer Knochenfische studiren.

Allererst wurden mir in Neapel die schon von HAECKEL † und VAN BENEDEN § untersuchten, schönen, wasserklaren, pelagischen Eier gebracht, die bei günstigem Wetter jeden Tag in ziemlich grosser Menge gefischt werden. Bei einer genaueren Untersuchung dieser Eier ergab sich, dass es wenigstens 12—14 Arten von Knochenfischen sein müssen, welche solche Eier produciren.

HAECKEL (l. c.) sagt von diesen Eiern folgendes „Unter den verschiedenen Teleostier-Eiern, welche wir während unseres Aufenthaltes in Ajaccio (im Frühling) erhielten, waren von besonderem Interesse einige vollkommen durchsichtige pelagische Laich-Arten.

Jedoch war nur eine von diesen Laich-Arten so häufig, dass ich sie genauer untersuchen konnte. Dieser Laich bildet kleine weiche Gallertklumpen, in welche zahlreiche, kleine, vollkommen durchsichtige Eier eingebettet sind. Ich vermuthe, dass sie der *Lota* selbst oder einem *Lota* verwandten Gadoiden angehören, angesichts der auf unsere Eier passenden Schilderung, welche RETZIUS

---

* C. KUPFFER. Die Entwickelung des Herings im Ei, in *Jahresb. der Comm. zur wissenschaftlichen Untersuchung der Deutschen Meere in Kiel* für die Jahre 1874, 1875, 1876, IV, V, VI, Jahrg.

† E. HAECKEL. Die Gastrula und die Eifurchung, in *Jenaische Zeitschrift für Naturwissenschaft*, Bd. IX, p. 402, 1875.

§ E. VAN BENEDEN. Contribution à l'historie du développement embryonnaire des Téléostiens, in *Bulletins de l'Académie royale des sciences de Belgique*, 2 Serie, T. XLIV, p. 742, 1877.

von den ähnlichen Eiern des Gadus lota gegeben hat. Die fraglichen, vorläufig als Gadoiden-Eier zu bezeichnenden, pelagischen Teleostier-Eier sind vollkommen farblose und durchsichtige Kugeln von 0,64—0,66 Mm. Durchmesser. Die äussere Eihaut ist vollkommen homogen und structurlos, sehr dünn, aber fest und elastisch. Den grössten Theil des Innenraums erfüllt der Nahrungsdotter, welcher aus zwei völlig getrennten Theilen besteht, einer grossen, wasserhellen Eiweisskugel und einer kleinen, glänzenden Fettkugel. Da die Fettkugel der specifisch-leichteste Theil des Eies ist, so ist sie an dem schwimmenden Ei stets nach oben gekehrt, während der kleine, am entgegengesetzten Polen der Eiachse befindliche „Bildungsdotter" nach unten gekehrt ist."

Ich bin nicht im Stande gewesen festzustellen, welcher Fischart diese Eier angehören.

Van Beneden (l. c.) sagt von den während eines Aufenthaltes in August und September in Villa Franca bei Nizza von ihm untersuchten pelagischen Eiern folgendes „Plusieurs fois les pêcheurs m'apportèrent des masses d'apparence gelatineuse recueillies à la surface de la mer et formées de centaines ou de milliers d'oeufs agglutenés ensemble. Ces oeufs presentaient tous les caractères de ceux que je rencontrais journellement détachés les uns des autres: ils avaient les mêmes dimensions, la même transparence, la même composition. Il est probable que les oeufs agglutinés proviennent du même poisson que les oeufs que l'on pêche isolés. Il semble que, pondus en masses, ils restent quelque temps agglutinés pour se séparer ensuite et flotter alors, libres de toute adhérence, à la surface de la mer. Je dois ajouter cependant, qu'ayant conservé ces grappes dans des vases, afin de suivre pas à pas les modifications qui se produisent, je ne vis jamais les oeufs se détacher les uns des autres.

Les oeufs que j'ai trouvés à Ville Franche et ceux qui ont servi aux recherches de Haeckel présentent les plus grandes analogies. Trouvés dans les mêmes conditions, sur le même point des côtes de la Méditerranée, ils ont à peu près les mêmes dimensions, la même apparence et la même composition. Au moment de la ponte ils sont agglutinés en amas de volume variable, dont la forme ne présente rien de constant. Cependant la quantité de matière qui les réunit, était en ce qui concerne mes oeufs fort peu considérable, de sorte que je ne pourrais pas dire comme Haeckel, que les oeufs sont empâtés dans une substance homogène; il n'est pas possible d'isoler des fragments de cette substance unissante et il est à peine possible de l'apercevoir entre les oeufs, quand même on se sert de forts grossissements. Mes oeufs ont un diamètre de 0,80—0,85 de millimètre. Ils sont complètement incolores et ont la transparence du cristal. Leur membrane est très mince, on ne peut y découvrir

*

ni pores en canicules, ni ponctuation d'aucun genre; elle est homogène, assez resistante, fort elastique et assez étroitement appliquée sur le vitellus. Tous les oeufs ont la forme d'un ellipsoïde de révolution, très-voisin de la sphère: le grand axe est d'un sixième à peine plus grand que le petit. A l'une des extrémités du grand axe (pôle animal) se trouve le disque germinatif. Toujours le pôle animal était dirigé vers la profondeur, le pôle végétatif vers la surface. J'ai constaté que, dans mes oeufs, la position du globe huileux était tout à fait constante: il était toujours excentriquement placé et occupait invariablement l'hémisphère végétatif de l'oeuf." Aus dem Mitgetheilten geht also bestimmt hervor, dass die von HAECKEL untersuchten Eier andere sind als die welche VAN BENEDEN beschreibt. Indessen hören die von VAN BENEDEN erwähnten Eier jedenfalls wohl zwei verschiedenen Fischspecies an. Die isolirt gefundenen Eier stimmen in Bau vollkommen mit den von Serranus scriba überein, dessen Geschlechtsreife in Neapel gegen Ende Juli eintritt. Die anderen Eier, von welchen es heisst „ils sont agglutinés en amas de volume variable" sind sehr wahrscheinlich von Fierasfer acus. Von Serranus habe ich die Entwickelungsgeschichte nicht studiren können, wohl dagegen von Fierasfer, obgleich ich nicht Gelegenheit hatte, hier die künstliche Befruchtung anzustellen, so dass ich über die ersten Stadien nichts mittheilen kann.

Die im Frühling in Neapel häufigst vorkommenden pelagischen Eier sind die von Julis (J. vulgaris, turcica, giofredi). Von Julis vulgaris habe ich die ganze Ontogenie studiren können.

Die schönsten pelagischen Eier sind wohl von Scorpaena (S. porcus und scrofa). Auch von diesen beiden Fischarten konnte ich die ganze Entwickelung studiren.

Zu den übrigen untersuchten pelagischen Eiern habe ich die Mutterthiere nicht auffinden können.

Ich habe weiter die Entwickelungsgeschichte von Gobius (G. minutus, sp. und niger) untersucht. Künstliche Befruchtung konnte ich hier dagegen nicht anstellen. Von Crenilabrus (C. pavo, griseus, ocellatus) habe ich Gelegenheit gehabt, die ganze Entwickelung bei Crenilabrus pavo zu verfolgen. Ich habe weiter in meinen Untersuchungen die Ontogenie von Heliasis chromis, von Syngnathus acus und pflegon, von Hippocampus brevirostus und von einem Knochenfisch aufgenommen, den ich nicht mit Bestimmtheit unterbringen kann. Am wahrscheinlichsten kommt es mir vor, dass letzterer einer Blennius-Art angehört, ich werde ihn daher als Blennius bezeichnen; obgleich ich es durchaus nicht mit Bestimmtheit angeben kann,

dass es eine Blennius-Art ist. Auf den Bau der Eier selbst habe ich noch eine grosse Anzahl anderer Knochenfische untersucht.

Während meines Aufenthaltes in Neapel habe ich gleichzeitig die Entwickelungsgeschichte von Amphioxus lanceolatus und einiger Knorpelfische (Scyllium, Pristiurus, Torpedo) studirt, weniger zu dem Zwecke darüber neue Untersuchungen anzustellen, als um dieselben so viel wie möglich als Ausgangs- und Vergleichungspunkte bei der so höchst schwierigen und interessanten Frage von der Anlage der Keimblätter bei den Knochenfischen zu benützen.

Die Eier der Knochenfische sind zum Theil in Lösungen von Bi. chrom. Kal. von 5 pCt., zum Theil in der bekannten KLEINENBERG'schen Pikrin-Schwefelsäure-Lösung conservirt. Für die Embryonen der Knorpelfische habe ich mit mehr oder weniger günstigem Erfolg Mischungen von KLEINENBERG'scher Pikrin-Schwefelsäure und Chromsäure, mit ungünstigem Erfolg die von PAUL MAYER empfohlene Pikrin-Salpetersäure angewendet.

Am meisten zu empfehlen ist wohl die Pikrin-Schwefelsäure.

I. Allgemeines ueber die Ontogenie einiger Knochenfische.

Aus KUPFFER's Untersuchungen (l. c.) geht hervor, dass in der Ostsee zwei Heringracen angetroffen werden: der Frühjahrshering und der Herbsthering. Der erste laicht in schwach salzigem Wasser an seichten Stellen, in der Zeit von Anfang April bis Mitte Juni. Die Hauptlaichzeit fällt in den April und Mai. Der Herbsthering frequentirt die Laichplätze des Frühjahrsherings nicht. Letztgenannter laicht dagegen in salzigerem Wasser im September bis Mitte October. Die Eier des Herbstherings entwickeln sich bei kalter Temperatur (9—11° C.) und bei einem Salzgehalt des Wassers von etwa 2 pCt. genau in derselben Zeit und unter Einhaltung desselben Verlaufs in den einzelnen Phasen, wie die Eier des Frühjahrsherings der Schlei bei warmer Temperatur (14—20° C.) und in Wasser mit nur 0,5 pCt. Salz. Und von dem Frühjahrshering giebt KUPFFER an, dass aus künstlich befruchteten Eiern bereits am 6. Tage einige Embryonen, am 7. die Mehrzahl, andere noch am 8. aus den Eihüllen schlüpften. In der westlichen Ostsee vollzieht sich also die Entwickelung des Herings im Ei unabhängig von der Temperatur und dem Salzgehalt des Wassers bis zum 7. Tage, vom Momente der Befruchtung an gerechnet.

Die von KUPFFER erhaltenen Resultate stehen, wie er selbst angiebt in

Uebereinstimmung mit WIDEGREEN's * Angaben, dass während der an der schwedischen Küste beobachteten Augustperiode des Laichens, die jungen Heringe in 6—8 Tagen aus dem Ei schlüpfen. Für den Frühjahrshering der schwedischen Küste, der im Mai laicht, giebt er aber eine doppelt so lange Entwickelungsdauer (von 14—16 Tagen) an. Dagegen weichen, wie ich bei KUPFFER angegeben finde, die Angaben von A. BOECK † über die Entwickelung des norwegischen Frühjahrsherings bedeutend von den von KUPFFER ab. Nach BOECK nämlich dauert die Entwickelung des norwegischen Frühjahrsherings 24 Tage. An diesem Tage und der folgenden Nacht schlüpfen die meisten aus. Dieser Tag würde mithin dem 7. Tage an KUPFFER's Beobachtungsmaterial entsprechen. Diese bedeutende Verlängerung des Vorganges kann nach ihm möglicher Weise durch die beträchtlich niedrige Temperatur bedingt sein, denn der sogenannte Frühjahrshering der Norweger ist eigentlich ein Winterhering, seine Laichzeit fällt in den Januar und Februar und die Wassertemperatur wird von BOECK auf 3—4° C. angegeben. Indessen möchte KUPFFER es doch bezweifeln, dass die äusseren Bedingungen zur Erklärung der Differenz ausreichen. Es liegen nämlich noch andere, nicht gering anzuschlagende Unterschiede vor. Der Ostseehering schlüpft aus bei einer Länge von 5,2—5,2 Mm., der norwegische erreicht im Ei eine Länge von 10 Mm.

MEYER § hat einige höchst interessante Mittheilungen veröffentlicht über den Einfluss der Temperatur auf den Entwickelungsgang des Ostseeherings und er ist zu folgenden Resultaten gekommen.

1. Nicht so wohl die Temperatur zur Laichzeit, sondern ein gewisses Wärmequantum während der ganzen Entwickelungszeit bestimmt die Dauer derselben.

2. Diese kann auf allen Stufen durch Kälte verzögert und durch Wärme wieder beschleunigt werden.

3. Durch Versetzung von Eiern und ausgeschlüpften Jungen aus Wasser von 13° C. in solches von nur 3,5° C. erleiden dieselben keinen ersichtlichen Nachtheil.

4. Die Entwickelung im Ei währt bei einer Temperatur von 3,5° C. etwa 40 Tage, von 7—8° C. etwa 15 Tage, von 10—11° C. etwa 11 Tage.

---

* H. WIDEGREEN. Einige Worte über die heringsartigen Fische. Stockholm 1871.

† A. BOECK. Om Silden og Sildefiskerierne navnlig om de norske Vaarsildfiske, 1871, Christiania.

§ H. A. MEYER. Beobachtungen über das Wachsthum des Herings im westl. Theile der Ostsee, in *Jahresb. der Comm.* etc., Bd. IV, V, VI, p. 224, 1874, 1875, 1876.

Bei einer nur wenig höheren und bei bedeutend höherer Temperatur tritt dann die fast gleiche von 6 bis 8 Tagen ein. Die grösste Verzögerung findet also in den Wärmengraden unter 7° C. statt.

Es scheint, dass die Länge der ausschlüpfenden Jungen zunächst von der Grösse, zu der sich die Eier ausdehnen, abhängig ist. So schlüpften, wie Meyer angiebt, schon bei 11 tägiger Entwickelungszeit in freiem Wasser aus den grössten Eiern viele Hundert von 7.1 bis 7.3 mm. und manche längere selbst bis 8.0 mm. aus. Dagegen auch aus kleinen Eiern gleichzeitig kleinere von 5.5 bis 7 mm., unter 6 mm. jedoch wenige.

In der Zuiderzee kommt nur eine Heringrace vor. Dieselbe laicht in April; bei kurzen Wintern und warmen Frühjahren etwas früher, bei langen Wintern und kalten Frühjahren etwas später. Die Eier entwickeln sich nur regelmässig in strömendem Wasser. Das Wasser wurde zwei Mal täglich erneuert. Der Salzgehalt des gebrauchten Zuiderzeewassers war, als Minimum 0.706 pCt., als Maximum 0.788 pCt., der mittlere Gehalt aus 30 Bestimmungen 0.743 pCt.

Von Morgens 8 bis Abends 8 Uhr, wurde jede zwei Stunden die Temperatur des Brutwassers und des Zimmers, in welchem die Aquarien standen, aufgenommen. Die niedrigste Temperatur des Seewassers war 7.2° C., die höchste 11.5° C., die mittlere Temperatur aus 105 Wahrnehmungen 9.4° C. Die niedrigste Temperatur des Zimmers, in welchem die Aquarien standen, war 6.6° C., die höchste 14.4° C., die mittlere Temperatur aus 105 Wahrnehmungen 11.5° C. Bei einem mittleren Salzgehalt von 0.743 pCt., und bei einer mittleren Temperatur des Wassers von 9.4° C. dauert die Entwickelungszeit des Zuiderzeeherings 12 Tage. Die ausgeschlüpften Jungen haben eine Länge von 6.2—6.4 mm. Bei dem Ostseehering beginnt, wie Kupffer mittheilt, die Zellenmasse des Keimes, der bisher annähernd die Form eines Kugelsegmentes bewahrte, sich 17 Stunden nach der Befruchtung über die dem Keimpol zugekehrte Hälfte der Dotterkugel auszubreiten, bei dem Zuiderzeehering tritt dies erst nach 28 Stunden ein; bei dem Ostseehering tritt die einseitige Verdickung auf nachdem die Dotterkugel zu Hälfte umwachsen ist, etwa um die 24ste Stunde, bei dem Zuiderzeehering 40 Stunden nach der Befruchtung; bei dem Ostseehering ist nach 33 Stunden die Umwachsung des Dotters durch die Keimhaut beendigt, bei dem Zuiderzeehering erst in der ersten Hälfte des dritten Tages. Bei den ausgeschlüpften Jungen des Ostseeherings pulsirt das Herz kräftig und in raschem Rhythmus, die Flüssigkeit die es bewegt, ist aber ein aller festen Partikeln entbehrendes

Serum und enthält noch keine Spur von Blutkörperchen; dasselbe gilt auch von den ausgeschlüpften Jungen des Zuiderzeeherings.

Es scheint dass alle Knochenfische, welche ihre Eier pelagisch absetzen, sich auch dadurch auszeichnen, dass ihre Eier vollkommen klar und durchsichtig sind. Bei allen diesen Eiern verläuft die Entwickelung überaus schnell, und die Jungen schlüpfen in einem noch viel früheren Stadium aus den Eihüllen als beim Hering der Fall ist.

Bei Julis vulgaris dauert die Entwickelungszeit 52 Stunden. 12 Stunden nach der Befruchtung ist der Furchungsprocess beendigt und fängt die Umwachsung des Keimes über die dem Keimpol zugekehrte Dotterhälfte an. Noch bevor der Dotter zur Hälfte umwachsen ist, tritt die einseitige Verdickung auf. Nach 24 Stunden ist die Umwachsung des Dotters durch die Keimhaut beendigt, die Segmentirung in Urwirbelplatten hat dann schon eben angefangen, so wie die Anlage der primären Augenblase. Am Anfang des dritten Tages (nach 52 Stunden) schlüpft der Embryo aus; die Chorda ist dann fast überall zu secundären Chordazellen umgebildet, nur der hintere Theil besteht noch aus primären Chordazellen. Es hat sich noch kein Pigment in den Augen abgesetzt; das Herz pulsirt kräftig, enthält aber noch kein Blut. In dem Augenblick, in welchem der Embryo ausschlüpft, umspannt er noch nicht vollständig den ganzen Dotter.

Bei Scorpaena porcus und scrofa dauert die Entwickelungszeit 58 Stunden. 12 Stunden nach der Befruchtung fängt der Keim sich über die dem Keimpol zugekehrte Dotterhälfte auszubreiten an. Noch ehe der Dotter zur Hälfte umwachsen ist, zeigt sich die einseitige Verdickung. Nach 29—30 Stunden ist die Umwachsung beendigt, die Anlage der Chorda deutlich und schon 3—4 Urwirbel vorhanden. Am Ende des zweiten Tages (um die 48. Stunde) fangen die Embryonen an leicht zu zücken und um die 58. Stunde schlüpfen sie aus den Eihüllen. Dieselben haben dann ebenfalls noch kein Pigment in den Augen, der hintere Theil der Chorda besteht noch aus primären Chordazellen, und obgleich das Herz kräftig pulsirt, ist noch kein Blut vorhanden. Die Embryonen von Scorpaena porcus und scrofa sind also bei dem Ausschlüpfen aus dem Ei ebenso durchsichtig als wie von Julis.

Nicht so genau kann ich die Entwickelungszeit bei Fierasfer acus angeben, indem ich keine Gelegenheit hatte, die Eier künstlich zu befruchten. Ich erhielt die Eier erst, nachdem der Furchungsprocess schon ziemlich weit gefördert war. Höchst wahrscheinlich wird die Entwickelungszeit hier auch nur

58—60 Stunden dauern und die Embryonen schlüpfen in derselben niedrigen Entwickelungsstufe aus, wie dies für Julis und Scorpaena beschrieben ist.

Auf ähnliche Weise verhalten sich nun auch die übrigen vollkommen klaren, pelagischen Eier, von welchen ich die Mutterthiere nicht angeben kann.

Bei Crenilabrus (Crenilabrus pavo) dauert die Entwickelungszeit ungefähr 7 Tage. 30 Stunden nach der Befruchtung ist hier der Dotter umwachsen, der Embryo ist dann schon deutlich angelegt, die Chorda und die Anlage des Auges sind schon sichtbar. Beim Anfang des vierten Tages zucken die Embryonen schon. Am fünften Tage entwickelt sich das Pigment in den Augen. Am sechsten Tage nimmt die ganze Entwickelung, besonders die des Pigmentes in den Augen noch zu, und am siebenten Tage werden die Embryonen frei. Beim Ausschlüpfen ist von Blutkörperchen noch nichts zu sehen.

Bei Gobius (G. minutus) dauert die Entwickelungszeit ungefähr 12 Tage. Nach 20 Stunden ist die Furchung beendigt und fängt die Umwachsung des Keimes über die dem Keimpol zugekehrte Dotterhälfte an. Nach 44 Stunden ist der Dotter umwachsen. Kurz vor der Umwachsung tritt die einseitige Verdickung auf. Beim Anfang des dritten Tages ist der Embryo schon deutlich angelegt Am 7. Tage zeigen sich die ersten Blutkörperchen in der Circulation. Am 10. Tage ist der Embryo eigentlich schon fertig, prachtvoll ist die Circulation zu sehen und die Zahl der Blutkörperchen ist schon eine recht bedeutende. Am 11. Tage entwickeln sich die Embryonen noch weiter, und am 12. Tage schlüpfen die meisten aus, einzelne schon am 11. Tage.

Bei Heliasis chromis kann ich die Entwickelungszeit nicht so genau angeben, indem ich die Eier nicht bis zum Ausschlüpfen züchten konnte. Am Anfang des zweiten Tages war der Dotter fast vollständig umwachsen, und die einseitige Verdickung schon vorhanden. Nach 32 Stunden war die Chorda schon deutlich zu sehen und zählte man bereits 3 bis 4 Urwirbel. Ungefähr um diese Zeit ist die Umwachsung fertig. Am Ende des vierten und beim Anfang des fünften Tages fängt das Pigment in den Augen an sich zu entwickeln und höchst wahrscheinlich schlüpfen die Embryonen am 7. Tage aus, ohne dass Blutkörperchen vorhanden sind. Bei den Eiern welche ich als die einer Blennius-Art bezeichnet habe, dauert die Entwickelungszeit 15—16 Tage. Erst im Laufe des zweiten Tages ist der Furchungsprocess beendigt und gegen das Ende des zweiten Tages beginnt der Keim sich über die dem Keimpol zugekehrte Hälfte auszubreiten. Am Anfang des dritten Tages tritt die einseitige Verdickung auf, der Dotter ist dann noch nicht bis zum Aequator umwachsen, denn erst gegen die Mitte des dritten Tages erreicht der Keim den Aequator. Erst am Anfang des vierten Tages ist der Dotter umwachsen, man zählt dann bereits

8—10 Urwirbel, die Anlage des Auges, des Herzens und der von KUPFFER als „Allantois" bezeichneten Blase ist ebenfalls schon vorhanden.

Am Ende des siebenten und Anfang des achten Tages zeigen sich schon die ersten Blutkörperchen, die Entwickelung schreitet dann im Ei immer langsam fort und erst am 15—16. Tage schlüpfen die Embryonen aus.

Aus dem Mitgetheilten geht also hervor, dass die wasserklaren, pelagisch abgesetzten Eicr am schnellsten sich entwickeln. Man findet diese Eier denn auch gewöhnlich nur in zwei Entwickelungsstufen, in der einen ist der Keim schon mehr oder weniger weit gefurcht, in der anderen ist der Embryo schon mehr oder weniger weit entwickelt. Aehnliches giebt VAN BENEDEN an (l. c.), denn er sagt „dans tous les amas d'oeufs qui m'ont été rapportés, les oeufs étaient ou bien en voie de fractionement, ou bien ils renfermaient des embryons à peine ébauchés. Je n'ai jamais trouvé de grappes composées d'oeufs sur le point d'éclore, ni même d'embryons pourvus de leurs vertèbres primordiales. Par contre, je n'ai jamais peché à l'état de liberté des embryons assez jeunes pour qu'il fût possible de leur utiliser pour l'étude de la formation des feuillets."

So zahlreich auch die wasserklaren, pelagischen Eier im Auftrieb sind, so überaus selten sind die ausgeschlüpften Embryonen. Obgleich ich jeden Tag den Auftrieb untersuchte, ist es mir nur äusserst selten gelungen solche Embryonen aufzufinden und ältere Embryonen traf ich niemals an.

Wic schon hervorgehoben sind es wenigstens 12—14 Arten von das Mittelmeer bewohnenden Knochenfischen, die pelagische, vollständig pellucide Eier produciren, Fische die zu sehr verschiedenen Gattungen gehören. Auch RETZIUS * und VAN BAMBEKE † berichten über solche wasserklare Eier. So sagt RETZIUS von den geschlechtsreifen Eiern der Aalquappe „Sie enthalten einen einzigen, grossen Oeltropfen, schwimmend in der eiweissähnlichen Flüssigkeit, dieselbe ist ganz klar, ohne Einmengung der feineren Tropfen" und von demselben Fisch sagt VAN BAMBEKE „Le globe vitellin est d'une transparence parfaite et renferme une goutelette (huileuse?), très refringente, d'une teinte jaunâtre, parfai-

---

* A. RETZIUS. Ueber den grossen Fettropfen in den Eiern der Fische, in J. MÜLLER's *Archiv*, 1855, p. 34.

† VAN BAMBEKE. Recherches sur l'embryologie des poissons osseux, in *Mémoires couronnés et mém. des sav. étrangers de Belgique*, T. XL, 1876.

tement sphérique." Es ergiebt sich also, dass es zahlreiche Knochenfische sind, welche derartige Eier produciren.

Ich werde schliesslich noch einige Maasse über die Länge der ausgeschlüpften Jungen mittheilen. Bei Julis vulgaris haben dieselben eine Totallänge von 1.77 Millim., nur der Schwanz ist um ein beträchtliches Stück frei über den Dotter hinaus gewachsen, während dagegen der Rumpf noch nicht weiter als der Vorderrand des Dottersackes reicht.

Länge des Dottersackes.	= 0.9	Millim.
Vom hinteren Rande des Dottersackes bis zum Anus. .	= 0.15	„
Vom Anus bis zum hinteren Ende des Schwanzes. . .	= 0.72	„
	1.77	Millim.

Ungefähr ähnlich verhalten sich die ausgeschlüpften Embryonen von Scorpaena. Die Totallänge derselben ist = 2.07 Millim.

Länge des Dottersackes	= 0.96	Millim.
Vom hinteren Rande des Dottersackes bis zum Anus. .	= 0.07	„
Vom Anus bis zum hinteren Ende des Schwanzes . .	= 1.04	„
	2.07	Millim.

Die ausgeschlüpften Jungen von Crenilabrus pavo haben eine Totallänge von 3.6 Millim.

Vom Vorderende des Kopfes bis zum Dottersack . . .	0.42	Millim.
Vom Hinterende des Dottersackes bis zum After . . .	= 0.60	„
Vom After bis zum Schwanz	= 0.45	„
Vom After bis zum hinteren Schwanzende (inclusive Schwanzflosse)	= 1.48	„
	3.60	Millim.

III. Das Eierstockei und die Umwandlung desselben in das reife, befruchtungsfähige Ei.

Oogenese. Von allen untersuchten Knochenfischen habe ich gefunden, dass der Barsch das meist geeignete Object ist, um die erste Entstehung der

Eierstockeier zu studiren. Das Keimepithel bildet ein niedriges 0.024—0.026 Millim. hohes Cylinderepithelium. Untersucht man das gehärtete Ovarium auf feinen Querschnitten, dann ist es nicht schwierig Bilder zu finden, wie ich es auf Tag. I. Fig. 1 abgebildet habe. Das Keimepithel stülpt sich nämlich an mehreren Stellen nach innen ein, um kleine Schläuche zu bilden, die bekannten Pflüger'schen Schläuche. Beim Uebergang des Keimepithels in die Pflüger'schen Schläuche nehmen die cylindrischen Keimepithelzellen an Grösse anfangs kaum etwas ab, zeigen dagegen eine mehr rundliche Gestalt. In solchen Schläuchen begegnet man dann einer etwas grösseren Zelle, der bevorzugten, oder der Eizelle. In diesem Stadium enthält der grosse Kern, nur noch *ein* ziemlich grosses Kernkörperchen.

Taf I. Fig. 2 stellt ein etwas älteres Ei vor. Das Keimepithel ist nicht mehr unterbrochen, sondern setzt sich continuirlich über den schon vollständig abgeschnürten Schlauch hin fort. Die mit eingestülpten Keimepithelzellen sind stark abgeplattet und liegen mit grossen Zwischenräumen der Eizelle auf, und bilden so schon die erste Anlage des Follikelepithels. Die Theca folliculi ist eine sehr zarte, äusserst dünne Bindegewebslamelle. Das Kernkörperchen der Eizelle ist immer noch einfach. Taf I. Fig. 3 ist ein noch etwas älteres Ei, dasselbe ist schon allseitig von einem Follikelepithel bekleidet. Der Inhalt des Eies so wie der des Kernes ist immer noch eine homogene Masse, die nach Einwirkung von Essigsäure oder erhärtenden Flüssigkeiten feinkörnig erscheint. Dagegen enthält der Kern schon mehrere kleine Kernkörperchen. Die Eibildung findet also auch bei Knochenfischen durch Einstülpung von Zellenschläuchen vom Keimepithel aus statt.

Ueber die Oogenese bei den Knochenfischen besitzen wir Mittheilungen von Waldeyer *, Brock † und Kolessnikow §. Waldeyer giebt an, dass bei den von ihm untersuchten Species die Entwickelung der Eier genau so vor sich geht, wie bei den Fröschen. Am besten lässt sich dies nach ihm bei Esox

---

* Waldeyer. Eierstock und Ei, 1870.

† J. Brock. Beiträge zur Anatomie und Histologie der Geschlechtsorgane bei den Knochenfischen, in *Morphol. Jahrb.*, Bd. IV, p. 505, 1878.

§ N. Kolessnikow. Ueber die Eientwickelung bei Batrachiern und Knochenfischen, in *Archiv für mikrosk. Anatomie*, Bd. XV, p. 382, 1878.

nachweisen. Gerade wie beim Eierstock der Frösche finden sich nun zahlreiche kuglige oder schlauchförmige Anhäufungen von dunkelgekörnten, grösseren Zellen in die bindegewebige Wandung des Ovariums eingelassen, die mit den epithelialen Zellen der Innenwand in direkter Verbindung stehen, mitunter aber auch ganz isolirt, ohne allen Connex mit einer allgemeinen Epithelauskleidung, angetroffen werden. Auch hier unterscheidet man bald die Primordialeier als durch ihre Grösse und die Grösse des Kerns ausgezeichnete Zellen, die wiederum den eben geschilderten Epithelzellen vollkommen gleichen. Durch das Zwischenwuchern bindegewebiger Septa werden dann nach und nach die einzelnen Primordialeier mit den umgebenden Epithelzellen zu den kleinen Primordialfollikeln abgeschieden. Die Follikel haben aussen eine zarte, gefässführende, bindegewebige Wand; dann folgt das Follikelepithel als sehr plattzellige, äusserst dünne Lage, die noch am besten frisch in der Flächenansicht zu erkennen ist, dann der sehr feinkörnige Dotter, darin das grosse Keimbläschen, das ganz in seinem Verhalten an das der Frösche erinnert.

Nach Brock sind Ophidium barbatum, Serranus cabrilla, Perca fluviatilis und Zeus faber die günstigsten Objecte für das Studium der Oogenese, denn bei den beiden ersten Species ist das Keimepithel ein schönes, hohes Cylinderepithel, mit basalstehenden Kernen, bei Perca ist es schon bedeutend niedriger, walzenförmig mit grossen centralen Kernen, aber noch deutlich im Profil sichtbar, das von Zeus faber ist noch niedriger und oft schon undeutlich. Bei allen übrigen Fischen dagegen, insbesondere bei allen Cyprinoiden, Esoces und Salmoniden besteht das Keimepithel aus grossen, platten Pflasterzellen, mit eigenthümlich geschwungenen Contouren, welche vollkommen dem Epithel seröser Häute gleichen und wie dieses nur durch Silber sichtbar zu machen sind. In einem frisch abgelaichten Ovarium von Perca findet man nach Brock zwischen den jüngeren Eiern, welche bald mächtig zu wachsen anfangen, zahlreiche Anhäufungen von Zellen, welche dicht unter dem Epithel liegen und oft einen directen Zuzammenhang mit demselben unzweifelhaft erkennen lassen. Diese Anhäufungen sind selten schlauchförmig, meist mehr oder weniger rund oder keilförmig; die Zellen, aus denen sie bestehen, zeigen alle Uebergänge von denen des Keimepithels bis zu den kleinsten wirklichen Eiern und schon bei einer geringen Grössenzunahme zeichnen sie sich durch ihren hellen grossen Kern aus. Sowohl nach der Analogie, als auch nach den Uebergängen der Zellen zu Eiern, ist es kein Zweifel, dass man in diesen Einstülpungen die Bildungsstätte neuer Eier vor sich hat. Bei Perca sah Brock niemals eine Unterbrechung des Keimepithels, ja sogar die Einstülpungen sehr rasch durch eine Bindegewebsschicht von ihm getrennt werden, während

es dagegen bei Serranus cabrilla langsamer zu regeneriren scheint. Hier sieht man oft eine oder mehrere junge Eizellen, die schon eigene Follikel besitzen, so in das Epithel hineinragen, dass dasselbe eine vollkommene Unterbrechung erleidet, und es ist nach Allem wenigstens sehr wahrscheinlich, dass diese Eier aus den jüngsten Einstülpungen entstanden sind. Bei den Cyprinoiden sind im Ganzen hier alle Verhältnisse die gleichen, nur gelingt es wegen der Beschaffenheit des Keimepithels nicht, den wichtigen Nachweis des Zusammenhanges zwischen ihm und den Einstülpungen zu führen.

Uebrigens scheint nach Brock dieser ganze Process bei Fischen sehr schnell vorüber zu gehen. Durch das Hineinwuchern bindegewebiger Septa, wodurch die jungen Eier in eigene Follikel zu liegen kommen, werden die ursprünglichen Einstülpungen bald verwischt und neue scheinen schon kurze Zeit nach der Laichzeit nicht mehr gebildet zu werden, wenigstens ergaben ihm Eierstöcke, die er später als einen Monat nach derselben untersuchte, nur negative Resultate.

Hierin kann ich aber Brock nicht beistimmen, denn an Ovarien des Barsches, welche ich im Oktober und Februar untersuchte, fand ich, wenn auch nicht zahlreich, immer einige Pflüger'sche Schläuche und sehr junge Primordialeier.

Kolessnikow giebt an, dass bei allen von ihm untersuchten Knochenfischen der Modus der Entwickelung des Primordialeies und der Eifollikel ganz ähnlich der Entwickelung dieser Gebilde bei den Batrachiern ist. Am deutlichsten zeigt sich nach ihm dieser Process bei Perca, wo das Keimepithel aus schmalen und hohen Cylinderzellen besteht, die Grösse dieser Zellen beträgt ca 0.0232 Millim. Das Keimepithel dringt auch in das Stroma des Eierstockes ein und kleidet die bindegewebige Hülle jedes Eifollikels aus. Auf Querschnitten sieht man zwischen cylindrischen Keimepithelzellen mit rundem oder ovalem Kern einzelne vergrösserte runde oder ovale Zellen mit grossem Kern und vielen Kernkörperchen. Er hält diese Gebilde für die Primordialeier. Solche Primordialeier habe ich zwischen den Keimepithelzellen nie gesehen. Auch bei den jüngsten Primordialeiern in den Pflüger'schen Schläuchen fand ich immer nur noch ein Kernkörperchen in dem grossen Kern.

Kolessnikow theilt weiter mit, dass einzelne dieser Gebilde, welche er für Primordialeier hält, von einschichtigen, neben einander liegenden, kleinen Epithelzellen umgeben sind, aus welchen später das Follikelepithel gebildet wird. Durch dazwischen einwachsende Bindegewebszellen werden diese jungen Follikel von der Keimepithelschicht abgetrennt. Ausserdem kann man nach ihm sehen, dass an einzelnen Stellen das Cylinderepithel in das Stroma in Form von Zapfen

von 0.0465—0.093 Millim. Länge und 0.0465 Millim. Breite sich hineinerstreckt, dies sind die sogenannten Pflüger'schen Schläuche. Sie haben, wie ich Kolessnikow beistimmen kann, keine Membrana propria, sondern sind nur von Bindegewebszellen und feinen Bindegewebsfasern umgeben.

Beim Uebergange des Keimepithels in die Pflüger'schen Schläuche nehmen, wie Kolessnikow angiebt, die cylindrischen Zellen an Grösse ab und zeigen mehr rundliche Formen, so dass die blinden Enden der Pflüger'schen Schläuche nur noch aus runden Zellen bestehen. Diese Zellen haben grosse Kerne mit nur schmalem Protoplasmasaum, doch befinden sich zwischen ihnen einzelne noch grössere und protoplasmareiche Zellen mit grösserem Kern — das sind die Primordialeier.

Aus dem Mitgetheilten geht also hervor, dass in der Hauptsache die Wahrnehmungen über die Oogenese bei den Knochenfischen mit einander übereinstimmen und dass die Primordialeier durch Einstülpung von Zellenschläuchen vom Keimepithel aus entstehen.

Eihülle (Zona radiata). Wohl einer der interessantesten Theile des Fischeies ist die Eihülle, welche ich als „Zona radiata" bezeichnen werde. Ich habe bei den folgenden Arten den Bau dieser Eihülle genauer untersucht.

Hering. Beim Hering habe ich den Uebergang des Eierstockeies der ersten Generation in die der zweiten, mit anderen Worten, den Uebergang der jungen Eierstockeier in die allmählich reif werdenden aus Mangel an Material nicht beobachten können, so dass ich über den Bau der Zona bei jüngeren Eiern nichts mitzutheilen vermag. Eine Untersuchung des nahezu geschlechtsreifen Eierstockeies des Herings zeigt folgendes: Die Eihaut besteht aus zwei Schichten, die fest mit einander verbunden sind und die ich nicht von einander zu isoliren im Stande war. Die ganze Dicke der Eihaut beträgt 0.0325 Millim. Von dieser kommt der äusseren 0.010 Millim., der inneren 0.0225 Millim. zu (vergl. hierzu Taf. I, Fig. 4 und 5). Die äussere Schicht ist von zahlreichen feinen Porencanälchen durchbohrt. Eine scharf markirte dunkle Linie setzt die äussere Lage der Eihaut von der inneren ab. Letztere ist ebenfalls von sehr zahlreichen Porencanälchen durchbohrt, welche — wie mir scheint — noch feiner sind als die der äusseren Schicht. Ob die beiden Systeme von Porencanälchen unmittelbar mit einander zusammenhängen, weiss ich nicht, kommt mir aber

fraglich vor, besonders durch die scharfe Linie, die beide Schichten von einander trennt. Die innere zeigt nicht überall dieselbe Structur. Derjenige Theil der inneren Schicht nämlich, welcher der äusseren zugekehrt ist, ist mehr oder weniger deutlich concentrisch gestreift, indem diese concentrischen Linien die Porencanälchen rechtwinklig kreuzen, entsteht dadurch eine sehr grosse Zahl kleiner, quadratischer Felder; nach dem Dotter zu jedoch verliert sich diese concentrische Streifung. Gewöhnlich wird der Theil der inneren Schicht, welcher die concentrische Streifung zeigt, durch eine, wenn auch nicht scharfe Linie von dem anderen (dem Dotter zugekehrten) Theil abgesetzt. Diese Linie zeigt sich aber nicht an allen Eiern deutlich, bei einigen kommt sie ziemlich ausgeprägt, bei anderen schwach vor, bei noch anderen konnte ich sie nicht finden.

Nach Behandlung mit Pikrocarmin wird die äussere Lage gelb, die innere blassroth, durch Tinction mit Beale'schem Carmin erstere intensiv roth, letztere leicht rosaroth gefärbt, durch Haematoxylin wird die äussere Schicht intensiv blau, die innere blassblau tingirt. Mit Methylgrün gefärbt, erscheint erstere gelbgrün, die andere hellgrün. Osmiumsäure endlich färbt erstgenannte dunkelbraun, letztgenannte gelbbraun.

Beim vollständig geschlechtsreifen Ei zeigt aber die Eihaut des Herings eine andere Structur. Untersucht man Eier, welche einem geschlechtsreifen Weibchen entnommen, unmittelbar in eine Osmiumsäure-Lösung von $^1/_{10}$ pCt. übergebracht worden sind, dann zeigen feine Querschnitte folgendes: die äussere Schicht der Eihaut zeigt noch die dunkelbraune Färbung. Die Porencanälchen sind aber nicht deutlich mehr zu unterscheiden, ganz verschwunden sind sie jedenfalls doch noch nicht. In dieser Schicht bemerkt man aber jetzt eine grosse Zahl sehr kleiner, glänzender Kügelchen. Die concentrische Streifung der äusseren Partie der inneren Eihautschicht ist nicht viel deutlicher als beim noch nicht geschlechtsreifen Ei. Die ganze Eihaut aber bildet noch eine zusammenhängende Schicht.

Ist aber das geschlechtsreife Ei mit Seewasser in Berührung gewesen und dann in Osmiumsäure übergebracht, oder hat man die Eier in sehr verdünnte Lösungen von Bi. Chrom. Kal. aufgefangen, dann geben Querschnitte durch die Eihaut ein ganz anderes Bild. Die äussere Schicht der Eihaut hat sich ganz — und theilweise schon in groben Falten — von der inneren abgehoben, sie bildet die zähflüssige Substanz, welche das Ankleben bedingt und die Eier, die das geschlechtsreife Weibchen ausstösst, ziemlich gleichmässig überzieht. Ihre Dicke beträgt 0.010—0.012 Millim. Oft zeigt sie noch deutlich einen geschichteten Bau, der früher nicht an ihr beobachtet wurde. Die äussere Partie der inneren Eihautschicht zeigt eine sehr deutliche concentrische Streifung.

An einigen Praeparaten war es, als ob sie in eine grosse Zahl parallel verlaufender Lamellen aus einander gefallen wäre, in zahlreichen anderen Fällen dagegen trat nur die concentrische Streifung scharf hervor. Porencanälchen liessen sich in derselben nicht mehr nachweisen, was wahrscheinlich nur dem zuzuschreiben ist, dass die scharf auftretende concentrische Streifung, welche doch nur der Ausdruck eines Zerfalles in Blätter ist, es unmöglich macht die feinen Canälchen zu unterscheiden. Ihre Dicke beträgt 0,010 mm. Der andere (innere) Theil der inneren Eihautschicht hat seine Beschaffenheit nicht geändert, seine Dicke ist 0,012 mm.

Demnach sehen wir also, dass bei dem Uebergang des ungeschlechtsreifen Eierstockeies in den geschlechtsreifen Zustand die äussere Eihautschicht allmählich sich umbildet, und wenn das reife Ei mit Seewasser in Berührung kommt, in die zähflüssige Substanz, welche das Ankleben bedingt, sich umändert; dass ein anderer Theil der Eihautschicht eine deutliche concentrische Streifung zeigt und sich selbst in eine Anzahl parallel verlaufender Blätter spalten kann, welche die concentrische Streifung bedingen und dass nur die innerste Partie der Eihaut ihre frühere Structur beibehält und die feinen Porencanälchen zeigt (Vergl. hierzu Taf. I, Fig. 6).

Bei Scorpaena (S. porcus und scrofa) ist die Eihaut ausserordentlich dünn. Bei einem Ei mit einem Diameter von 0,35—0,4 mm. ist die Eihaut nur 0,006 mm. dick, und diese Dicke scheint bei der zunehmenden Reife des Eies sehr wenig im Umfang zuzunehmen. An feinen Schnitten lassen sich die Porencanälchen deutlich nachweisen, nicht dagegen die Bildung der Eihaut aus zwei gut von einander zu unterscheidenden Schichten. Die Eier von Scorpaena kleben nicht an, sondern werden in grosser Zahl mit einander, in eine schleimige Masse eingehüllt, pelagisch abgesetzt. Diese schleimige Masse ist kein Product der Eihaut, sondern höchstwahrscheinlich das eigenthümlich modificirte Bindegewebe der Theca folliculi selbst. Ebenso wenig konnte ich an den Eiern von Julis, welche wie die von Scorpaena ebenfalls pelagisch abgesetzt werden, an der Zona radiata zwei Schichten unterscheiden. Bei einem Ei mit einem Diameter von 0,21 mm. hat die Zona radiata eine Dicke von 0,007 mm., bei einem Ei mit einem Diameter von 0,42—0,45 mm. war die Dicke der Eihaut 0,010—0,011 mm. Auch hier sind auf feinen Schnitten die Porencanälchen deutlich nachweisbar. Bei dem vollständig geschlechtsreifen, vom Weibchen ausgestossenen Ei war die Eihaut sehr schön concentrisch gestreift, hatte aber an Dicke wieder eingebüsst, denn ich fand an Querschnitten ihre Dicke nur 0,008 mm.

Bei Crenilabrus dagegen, dessen Eier wie die des Herings ankleben, tre-

ten die zwei Schichten der Eihaut wieder auf. Bei einem Ei mit einem Diameter von 0,24 mm. mass die Eihaut 0,0015 mm. und bei dieser Dicke war es noch nicht möglich die Porencanälchen zu unterscheiden. Bei einem Ei mit einem Durchmesser von 0,36 mm. fand ich die Dicke der Zona radiata 0,0035 mm. Bei dieser Dicke liessen sich nicht allein die Porencanälchen nachweisen, sondern war auch schon eine äussere und eine innere Schicht von einander gut zu unterscheiden. Noch deutlicher war dies an Eiern, welche einen Diameter von 0,5 mm. erreicht hatten und wo die Zona radiata 0,011 mm. dick ist. Hat das Ei einen Diameter erreicht von 0,75—0,78 mm., dann beträgt die Dicke der Zona radiata 0,014—0,015 mm. Die äussere Schicht ist im Verhältniss zur inneren nur sehr dünn und verhält sich zu dieser wie 1 : 4. Osmiumsäure, Boraxcarmin, Methylgrün färben die äussere viel weniger intensiv als die innere, so dass besonders durch Behandlung mit den ebengenannten Farbstoffen die beiden Schichten am deutlichsten hervortreten. Ist das Ei geschlechtsreif und untersucht man die Zona radiata, nachdem man dasselbe in Bichrom. Kal. von 5 pCt oder in Osmiumsäure von $^1/_{10}$—$^1/_5$ pCt. gehärtet hat, ohne dass es vorher mit Seewasser in Berührung gewesen ist, dann bemerkt man, dass die äussere Schicht sich schon mehr oder weniger geändert hat, indem auch hier in derselben kleine glänzende Kügelchen auftreten, wie dies beim Hering beschrieben ist.

Ist das Ei dagegen mit Seewasser in Beruhurng gewesen und untersucht man dann die Eihaut an feinen Querschnitten, dann findet man, dass auch hier wieder die äussere Schicht das Ankleben bedingt. Dieselbe unterscheidet sich auch ohne Anwendung von Farbstoffen schon recht gut von dem anderen Theil der Zona radiata, sie ist mehr oder weniger gequollen und erscheint entweder structurlos oder zeigt wieder dieselbe blätterige Beschaffenheit wie sie beim Heringsei zuweilen wahrgenommen werden kann. Bei einem Ei, welches nach vier Stunden Liegens in Seewasser gehärtet wurde, war die äussere Schicht noch in continuirlicher Verbindung mit der inneren.

Bei L e u c i s c u s r u t i l u s findet man die beiden Lagen an der Zona radiata wieder. Die äussere bildet hier die bekannte Zöttchenschicht. Dieselben haben eine keulenförmige Gestalt, stehen überall dicht auf einander und bekleiden mit Ausnahme der Stelle, wo die Mikropyle gelegen ist, als eine regelmässige Schicht die eigentliche Zona radiata, welche durch eine scharfe Linie von denselben getrennt wird. Die innere Schicht bildet dann die eigentliche Zona radiata. Pikrocarmin färbt die äussere (Zöttchen-) Schicht roth, die innere (die eigentlicheZona) gelb ; Methylgrün tingirt die erstere bläulichgrün, die letztere intensiv grün. Der eben geschilderte Bau ist einem noch nicht geschlechtsreifen

Ei entnommen, ob die Zöttchen auch hier das Ankleben bedingen, kann ich nicht angeben, kommt mir aber höchst wahrscheinlich vor (Taf. I, Fig. 7).

Bei den Eiern von Heliasis chromis (vergl. Taf. I, Fig. 8) von Gobius (G. minutus, niger und anderen Arten) von Belone, von Blennius und anderen Knochenfischen kommen den Zöttchen ähnliche Gebilde vor. Dieselben scheinen hier nicht wie bei der Schleie über die ganze Zona radiata verbreitet zu sein, sondern nur an bestimmten Stellen vorzukommen. Bei dem geschlechtsreifen, im Wasser abgesetzten Ei sind es diese eigenthümlichen Anhänge, welche das Ankleben bedingen. Es scheint also, dass bei den Eiern, welche ankleben, die Zona radiata immer aus zwei Theilen besteht und es ist der äussere Theil oder die äussere Schicht, welche (wenn das reife Ei mit Wasser in Berührung kommt) das Ankleben bedingt. Diese Schicht kann entweder einen Theil der gesammten Zona radiata bilden und dann gleichmässig das ganze Ei umhüllen, wie beim Hering und bei Crenilabrus, oder sie zeigt sich in der Gestalt von Zöttchen, welche man ebenfalls über die ganze Eioberfläche antreffen kann (wie bei der Schleie), oder sie bildet lange, eigenthümliche, fadenförmige Anhänge, welche nur an bestimmten Stellen und wie es scheint gewöhnlich dort, wo die Mikropyle liegt, sich vorfinden (Heliasis, Gobius, Blennius, Belone u. A.); welche Gestalt aber diese äussere Schicht auch annehmen möge, sie hat mit dem übrigen Theil der Zona immer gleichen Ursprung, sie ist nichts als ein Theil der Zona selbst, welche früher oder später eigenthümliche Umbildungen erleidet.

Dagegen scheint es, dass bei den Eiern, welche nicht ankleben, gleichgültig ob sie pelagisch abgesetzt werden, wie bei Scorpaena, Julis, Serranus, Fierasfer u. A., oder durch ihre Schwere zu Boden sinken, wie beim Lachs und bei der Forelle, eine solche Differenzirung der Zona radiata in zwei Schichten nicht vorkommt.

Eine besondere Erwähnung verdient noch die Zona radiata beim Barsch. Zwar habe ich das Barschei nicht in allen Stadien seiner Entwickelung untersuchen können und kann ich nicht die Structur der Zona bei dem vollständig geschlechtsreifen Ei angeben, dennoch glaube ich, dass, wenn man das Barschei in verschiedenen Stadien seiner Entwickelung auf den Bau seiner Eihüllen untersucht, man wohl im Stande ist, denselben zu verstehen. Taf. I, Fig. 9, stellt einen Querschnitt vor durch die Zona radiata eines Eies, das im Oktober untersucht wurde und einen Diameter von 0.6—0.7 mm. hatte. An der Eihülle unterscheidet man wieder zwei Schichten, beide sind ungefähr gleich dick und messen zusammen 0.005 mm. Die innere ist die eigentliche Zona radiata, sie zeigt schon Porencanälchen, wenn auch noch nicht so deutlich als wenn sie etwas dicker wäre. Die äussere Schicht wird von sehr zahlreichen,

kleinen, höckerförmigen Fortsätzen gebildet, die sehr dicht auf einander stehen und vollkommen den Zöttchen bei den Cyprinoiden entsprechen. Auf der freien Fläche der konischen Zöttchen liegen die Granulosa-Zellen. Taf. I, Fig. 10, stellt einen Schnitt vor durch die Eihaut eines Eies im Februar. An der Zona radiata selbst kann man dann zwei ungleich dicke Schichten unterscheiden, die innere ist verhältnissmässig viel dicker als die äussere. Bei einem Ei mit einem Diameter von 0.75 mm. hat die innere Schicht eine Dicke von 0.012 mm., die äussere eine von 0.003 mm. Von der letztgenannten entspringen mit kleiner, dreieckiger Basis lange, eigenthümliche, nur 0.001 mm. breite Fasern, welche in Osmiumsäure ähnlich wie die äussere Partie der Zona radiata, von welcher sie ihren Ursprung nehmen, gefärbt werden. Diese Fasern verdicken sich wieder an den entgegengesetzten Enden. Aus den letztgenannten, welche beträchtlich dicker sind, als die mit welchen sie ihren Ursprung nehmen, bildet sich dann wieder eine zusammenhängende Schicht, und zwischen dieser und der Zona radiata selbst sind die in Rede stehenden Fasern als Strebepfleiler ausgespannt. Ueber diese eine zusammenhängende Schicht bildenden proximalen Enden dieser Fasern verlaufen dann die Granulosazellen, in der Art, dass in jedes verdickte Ende eine Granulosazelle passt (vergl. Taf. I, Fig. 10).

Bekanntlich quillt diese Schicht im Wasser sehr stark auf und wenn man nun Eier, welche nur auf kurze Zeit in Wasser verweilt haben, in Osmiumsäure überträgt, dann gelingt es leicht, sowohl diese Schicht als die der Granulosazellen in grossen Lappen zu isoliren. An solchen Praeparaten kann man sich dann überzeugen, dass die Fasern mit ihren proximalen Enden eine zusammenhängende Lage bilden und keine Ausläufer der Granulosazellen darstellen, wie man anfangs leicht geneigt ist anzunehmen. Es sind, wie die Untersuchung der Eier in früheren Entwickelungsstadien nachweist, nur die stark ausgewachsenen konischen Zöttchen. Ich hatte nicht Gelegenheit, das vollständig reife Ei in Bezug auf seine Eihülle zu untersuchen, doch kommt es mir höchst wahrscheinlich vor, dass es auch hier diese Schicht ist, die das Ankleben bedingt.

Schwierig zu beantworten ist die Frage, wie entsteht die Zona radiata; ist sie ein Product des Dotters oder der Granulosazellen. Wenn man in der Reifung begriffene Eier untersucht, dann ergiebt sich, dass die peripherischen Schichten der Zona immer die deutlichsten sind und dass sie nach dem Eiinhalt zu immer undeutlicher werden. Es ist als ob von Innen aus immer neue Schichten an den schon vorhandenen abgesetzt würden, und dies zwingt uns also zu der Annahme, dass die Zona radiata eine wahre Dotterhaut repraesentirt.

Eine nach innen von der Zona radiata gelegene zweite Eihülle habe ich nicht allein niemals gesehen, sondern ich muss ihr Vorkommen auf das bestimmteste bestreiten. Wäre sie vorhanden, dann würde sie die wahre Dotterhaut repraesentiren und müsste die Zona radiata ein Product der Granulosazellen sein. Ich kann aber nur wiederholen, dass eine derartige Membran nicht vorkommt. An feinen Querschnitten erhärteter Eier hat es zuweilen den Schein, als ob der Dotter und besonders der Keim noch von einer eigenen Hülle umgeben sei, indem er nämlich durch eine scharfe Linie begrenzt wird. Unter solchen Querschnitten beobachtet man oft derartige, wo der Keim tiefe Einschnitte zeigt, zuweilen selbst in mehrere Stücke zerrissen ist, wahrscheinlich in Folge ungleichmässiger Contraction bei der Härtung. An solchen Einrissen, oder rings um so entstandene Theilstücke, bemerkt man dann dieselben scharfen Linien, so dass hieraus wohl am besten hervorgeht, dass diese Linien nur durch die Einwirkung der erhärtenden Flüssigkeiten hervorgerufen sind.

Agassiz und Vogt * deren Untersuchungen mir leider nur aus den Mittheilungen von Brock bekannt sind, verdanken wir die erste genauere Kenntniss über den Bau der Eihülle bei den Knochenfischen; sie nahmen zuerst die chagrinirte Zeichnung der Zona radiata von der Fläche wahr und deuteten dieselbe schon richtig als den optischen Ausdruck von Porencanälchen. Nach innen von der Zona radiata, welche sie „membrane coquillière" nannten, nahmen sie noch eine wahre Dotterhaut an. Leuckart † nennt die Zona „Chorion", spricht aber ausserdem noch von einer Dotterhaut. Lereboullet § giebt ebenfalls an, dass das reife Ei von zwei Hüllen umgeben ist. Er hebt schon ebenfalls hervor, dass die äussere Hülle „est percée de tubes microscopiques, qui servent à l'absorption de l'eau et par consequent à la respiration de l'oeuf." Von der inneren Eihülle heisst es: „appliquée contre le vitellus, est elle une simple enveloppe protectrice extremement mince et amorphe". Diese Mittheilungen von Lereboullet beziehen sich auf das Hecht- und Barschei. Joh. Müller **, der zuerst die

---

* Agassiz Vogt. *Embryologie des Salmones*, 1843.

† R. Leuckart. Art. Zeugung in: Wagner's *Handwörterbuch der Physiologie*, Bd. IV, p. 707. 1853.

§ Lereboullet. Resumé d'un travail d'embryogenie comparée, sur le développement du Brochet, de la Perche et de l'Écrevisse, in: *Ann. des sc. nat.*, IV. Série, Zool. T. I, p. 237. 1854.

** Joh. Müller. Ueber zahlreiche Porencanäle in der Eikapsel der Fische, in: Joh. Müller's *Archiv*. p. 186. 1854.

von dem Eifollikel — Ovisac — eines Wirbelthieres erzeugte Eihülle von der Schale anderer Eier scharf unterscheidet, nennt die Zona „Eihülle" oder „Eischale", auch „Dotterhaut"; letztere zeichnet sich nach ihm allein durch den Besitz von Porencanälchen aus. Auch REMAK * spricht ebenfalls schon von feinen Kanälchen, welche bei Gobio fluviatilis die Dicke der Eihaut durchsetzen. LEUCKART † bestätigt später ebenfalls das Vorkommen von Porenkanälchen, kann aber die von ihm als Dotterhaut bezeichnete Membran nicht wieder zurückfinden. AUBERT § giebt von der Eihaut des Hechteies an, dass sie mit feinen Pünktchen versehen ist, und wenn sie einige Zeit in Wasser gelegen hat, sich an vielen Stellen in zwei Häute trennt, deren äusserste sehr dünn, fein granulirt und unregelmässig erhoben ist, während die innere etwas dicker, gleichmässig und auf den Durchschnitt mit feinen radienförmig gestellten Querstreifen versehen ist. Ob die äussere Haut das Ankleben bedingt, giebt AUBERT nicht an. Aber ausserdem spricht AUBERT noch von einer sehr feinkörnigen, sonst structurlosen Haut, die den Dotter überzieht.

HAECKEL ** beschreibt bei den Scomberesoces (Belone, Tylosurus, Hemiramphus, Scomberesox, Exocoetus) ein System eigenthümlicher Fasern, welche zwischen Dotterhaut und Dotter liegen sollen. Diese eigenthümlichen Fasern, von welchen HAECKEL spricht, entspringen aber von der Zona selbst und dienen bei dem geschlechtsreifen Ei nur zum Ankleben, wie ich dies von Belone beschrieben habe.

REICHERT †† fand an den meisten reifen Fischeiern immer zwei Eihüllen, die nach innen gelegene zeichnet sich bei allen untersuchten Fischen durch die punktirte, chagrinartige Zeichnung aus. Die zweite Eihülle fand er sehr deutlich beim Hecht und besonders beim Barsch. Zu dieser zweiten Eihülle rechnet er auch die Zöttchenschicht vieler Cyprinoiden, welche wohl JOH. MÜLLER (l. c.) zuerst beschrieben hat.

LEYDIG §§ sagt, dass bei den Arten von Salmo, Barbus, Cobitis nur

---

* REMARK. Ueber Eihüllen und Spermatozoen, in: MÜLLER's *Archiv.* p. 252, 1854.

† R. LEUCKART. *Ueber die Mikropyle und den feineren Bau der Schalenhaut bei den Insekteneiern.* Nachschrift. p. 257. 1855.

§ AUBERT. Beiträge zur Entwickelungsgeschichte der Fische, in: *Zeitschr. f. Wiss. Zool.* Bd. V. p. 94. 1854.

** E. HAECKEL. Ueber die Eier der Scomberesoces in: MÜLLER's *Archiv.* p. 23. 1855.

†† REICHERT. Ueber die Mikropyle der Fischeier, in: MULLER's *Archiv.* p. 83. 1856.

§§ F. LEYDIG. *Lehrbuch der Histologie.* 1857.

eine Eihaut, bei andern Fischen (Barsch, Kaulbarsch, Hecht, viele Cyprinoiden) ausser der punktirten, noch eine zweite Hülle vorkommt.

Allen Thomson * nimmt zwei Eihäute an 1) „an external tough membrane (chorion or shellmembran) und 2) an extremely delicate film of membrane lying close to the yelk-substance and destitute of visible structure.

Kölliker †, wies schon nach, dass die eigenthümlichen durch Haeckel bei den Scomberesoces beschriebenen Fasern, Producte der Zona radiata — welche er Dotterhaut nennt — sind; wohl mit Recht stellt er sie in Eine Linie mit den Zöttchen und Warzen auf der Zona anderer Knochenfische.

Kölliker unterscheidet weiter an den Eiern der Knochenfische zwei „Capsuläre Eihüllen", von denen er die eine, wie schon angegeben, Dotterhaut, die andere Gallerthülle nennt. Ausserdem stellt er endlich endgültig fest, dass die feine Streifung nur auf dem wirklichen Verhandensein feiner Porenkanälchen beruht. Die Zöttchen sind nach ihm nichts als Auswüchse der Dotterhaut. Obgleich er in den meisten Fällen keine Spur einer besondern, innerhalb der porösen Eihaut vorhandenen, zweiten Haut, unterscheiden konnte, will er doch ihr Vorkommen nicht geradezu läugnen, indem er zuweilen bei Cobitis fossilis und Karpfen etwas sah, was ihm Vorsicht auferlegte.

Gegenbaur § nennt die Zona „Dottermembran", sie ist nach ihm durch Umwandlung der äussersten Schicht des Dotterprotoplasmas gebildet.

Ransom **, der zahlreiche Knochenfische untersuchte, nennt die Zona „Chorion or yelk-sac". Aber ausserdem beschreibt er bei Gasterosteus noch „a delicate, colourless translucent, homogeneous membrane, the inner yelk-sac, with covers the whole surface of the yelk-ball within the yelk-sac".

Waldeyer †† bezeichnet zwar die Zona als Dotterhaut, sie ist aber nach ihm, ebenso wie die Dotterhaut der Vögel, eine vom Follikelepithel ausgehende Cuticularbildung. Eimer §§ giebt an, dass es ihm häufig gelungen ist, die Dot-

---

* Allen Thomson. Art. Ovum, in: *Cyclop. of Anat. and Phys.* Vol. V. Sup. 98. 1859.

† Kölliker. Untersuchungen zur vergl. Gewebelehre angestellt in Nizza im Herbst 1856, in: *Verhandl. der phys. med. Gesellschaft zu Würzburg.* Bd. 8, p. 1. 1858.

§ Gegenbaur. Ueber den Bau und die Entwickelung der Wirbelthiereier mitp artieller Do t-tertheilung, in: Müller's *Archiv.* p. 191. 1861.

** Ransom. Observations of the Ovum of Osseous Fishes, in: *Philosophical Transactions of the Royal Society.* Vol. 157, p. 431. 1867.

†† Waldeyer. Eierstock und Ei.

§§ Eimer. Untersuchungen über die Eier der Reptilien. II. Zugleich Reobachtungen am Fisch- und Vogelei, in: *Archiv. f. mikrosk. Anatomie.* B. VIII. p. 397. 1872.

terhaut zwischen Zona und Dotter sehr deutlich zu sehen. An frisch in Jodserum untersuchten Eiern löst sie sich nach ihm oft als feines Häutchen von der Innenfläche der Zona ab. Indem EIMER also ausser der Zona radiata noch eine wahre Dotterhaut annimmt, betrachtet er die erstgenannte als eine vom Eie ausgehende Cuticularbildung. Ausserdem spricht aber EIMER noch von einer dritten Eihülle, welche er als Chorion bezeichnet. Beim Hecht soll sie schon am ganz frisch untersuchten Ei sehr deutlich zu sehen sein. An den Eiern anderer Fische traf er dieses Häutchen im optischen Durchschnitt als regelmässige, scharf und doppelt begrenzte Linie. Dasselbe soll sich, besonders nach Zusatz fremder Flüssigkeiten, oft streckenweise von der Zona abheben, gleich der Dotterhaut, stets aber etwas dicker als diese sein. Was das Häutchen ist, welches EIMER als „Chorion" beschreibt, weiss ich nicht, wahrscheinlich ist es aber nur der Theil der Zona, den ich als ihre äussere Schicht beschrieben habe. Die Ansicht EIMER's, dass die Zöttchen nichts anders als Dottermasse sind, welche durch die Poren der Eihülle hindurch aus dem Ei herausgetreten ist, muss ich aber bestimmt bestreiten.

HIS * beschreibt beim Lachs nur eine Eihaut, welche er Eikapsel oder äussere Eihaut nennt.

OELLACHER † giebt mit grosser Bestimmtheit an, dass ausser einer Zona (Eischale OELLACHER) auch noch eine zweite, innere Haut, welche als ein geschlossener Sack den Dotter allseitig umgiebt, sich vorfindet, dieselbe nennt er Dotterhaut. An Querschnitten von mit Chlorgold oder in Chromsäure gehärteten Eiern fand er, dass die Dotterhaut wirklich ohne einen Grenzcontour in den Keim übergeht und sich in die Keimmasse selbst fortsetzt. Ja selbst noch in spätern Furchungsstadien konnte OELLACHER sich überzeugen, dass die äussersten der dem Dotter unmittelbar aufliegenden Furchungselemente sich in derselben Weise in die Dotterhaut fortsetzen. Demnach muss er Keim und Dotterhaut für ein zusammenhängendes Ganze halten. Ich glaube kaum, dass Jemand aus OELLACHER's Beschreibung zu der Ueberzeugung kommen wird, dass ausser der Zona noch eine wahre Dotterhaut existirt. Ich kann in seiner Dotterhaut nur eine durch Einwirkung erhärtender Flüssigkeiten entstandene, künstlich gebildete Schicht erblicken, denn es ist mir unbegreiflich, wie man sonst zum Schluss kommen kann, dass Keim und Dotterhaut ein zusammenhangendes Ganze bilden können. OELLACHER's Dotterhaut ist nichts anders als

---

* HIS. *Untersuchungen über das Ei und die Entwickelung bei den Knochenfischen.* 1873.

† OELLACHER. Beiträge zur Entwickelung der Knochenfische nach Beobachtungen am Bachforelleneie, in: *Zeitschrift f. Wiss. Zool.* Bd. XX p. 373. 1872.

die dünne Schicht feinkörnigen Protoplasma's die sich von dem Keim aus um den ganzen Nahrungsdotter hin fortsetzt (Rindenschicht der Autoren).

Brock * kann am Ei der Knochenfische ausser den secundären Gebilden, wie die Gallertkapsel des Barches und verwandte Gebilde, nur eine Eihaut unterscheiden.

Indem er mit van Beneden darin übereinstimmt, dass der Name „Dotterhaut, Membrana vitellina" für Eihüllen reservirt werden muss, welche anderen Zellenmembranen genetisch gleichwerthig, also Differenzirungen des Protoplasma sind, genetisch aber zweifelhaften oder gar blossen Cuticularbildungen nicht gegeben werden darf, so behält er für diese Eihülle den Namen der Zona radiata bei, welcher bei möglichster Indifferenz in genetischer Beziehung zugleich ihren hervorstechendsten morphologischen Charakter kennzeichnet. Was die von Reichert und Kölliker beschriebene äussere Lamelle der Zona radiata betrifft, so ist dies ein Gebilde, welches Brock Bedenken trägt, für constant zu erklären. Wohl mit Recht hält Brock die Zöttchen für secundäre Anhangsgebilde der Zona radiata, welche weder mit dem Follikelepithel, noch mit dem Dotter irgend etwas zu thun haben.

Kolessnikow † betrachtet die Zona radiata, welche er Dotterhaut nennt, als Cuticularbildung des Follikelepithels. Er theilt mit, dass er als günstigste Objecte für das Studium der Dotterhaut bei den Fischen die Eier von Perca und Gobio gefunden hat. Wie die Eihaut bei Gobio gebaut ich weiss ich nicht, die so weit mir bekannt einzige Mittheilung über diese Eihaut rührt von Remak her und ist zu lückenhaft, um darauf hin auf eine Aehnlichkeit ihres Baues mit der des Eies von Perca zu schliessen. Wenn sie aber wirklich im Bau mit der von Perca übereinstimmt (und hierüber giebt Kolessnikow nichts an), kann man schwerlich ein ungünstigeres Object anweisen; wenn sie dagegen nicht mit der von Perca übereinstimmt, dann wäre es sehr wünschenswerth gewesen, wenn Kolessnikow uns mitgetheilt hätte, wie sie gebaut wäre, denn sonst lassen sich seine Mittheilungen nicht weiter verwenden.

Vom reifen Heringsei giebt Kupffer § an, dass die den Dotter ganz enge umschliessende Haut der Dicke nach aus zwei Lagen besteht, die fest mit einander verbunden sind, einer innern, fein radiär gestrichelten und einer äusseren, durch die die feine Strichelung sich nicht fortsetzt, die aber concentrisch gestreift

---

* J. Brock, Beiträge zur Anat. und Hist. der Geschlechtsorgane der Knochenfische.

† N. Kolessnikow, Ueber der Eientwickelung bei Batrachiern und Knochenfischen: in *Archiv f. mikrosk. Anat.* B. 15. p. 302. 1879.

§ C. Kupffer, Die Entwickelung des Herings im Ei: in *Jahresb. der Commission zur Untersuchung der deutschen Meere.*

erscheint. Die letztere lässt sich von der innern nicht trennen, dieselbe darf nicht mit der äusserlich auf dieselbe folgenden Schicht des Klebestoffes identificirt werden. Die verschiedene Beschaffenheit beider Schichten beim Heringsei ist nach KUPFFER geeignet, der Auffassung EIMER's Vorschub zu leisten, dass die innere als Cuticularbildung der Eizelle selbst, die äussere als Production des Follikelepithels entsteht. Indem KUPFFER nur das vollständig geschlechtsreife, schon mit Seewasser in Berührung gewesene Ei auf den Bau der Eihaut untersuchte, ist es begreiflich, dass er den wahren Bau verkannt hat.

Von den Petromyzonten giebt CALBERLA * an, dass die Eihaut aus einer äusseren, stark lichtbrechenden, nach aussen rauhen, mit allerlei Erhebungen und Zacken besetzten Rindenschicht und einer hellen durchscheinenden, viel schmäleren Innenschicht besteht. Letztere erweist sich nach ihm bei genauer Betrachtung als aus derselben Substanz, aus der die äussere Schicht der Eihaut besteht, zusammengesetzt, nur ist sie weit lockerer als die äussere Schicht gefügt, sie ist also der nicht so sehr verdickte Theil der gesammten Eihaut. CALBERLA fasst die ganze Eihaut als eine Abscheidung der Randschicht des Dotters auf, also als eine wahre Dotterhaut; es stellt somit die innerste Schicht die jüngste Abscheidung dar, die noch nicht so fest gefügt ist, wie die Randschicht. Ob es nun auch bei den Petromyzonten die äussere Schicht ist, welche das Ankleben bedingt, weiss ich nicht, es kommt mir aber höchstwahrscheinlich vor. CALBERLA sagt darüber einfach: „durch eine klebrige Substanz, die die Aussenfläche der Eihaut zu überziehen scheint, haftet das Ei an jedem festen Gegenstand".

KUPFFER und BENECKE † geben ebenfalls an, dass die Hülle des Petromyzonteneies aus einer doppelten Eihaut und aus einem continuirlichen Ueberzug von Schleim, der nur über dem „Uhrglase" fehlt, besteht; nach ihnen aber enthält nur die innere Schicht dicht gestellte Porencanäle, die sich jedoch nicht in die äussere fortsetzen, wie dies von CALBERLA angegeben wird. Indem wir gesehen haben, dass die Eihaut des Heringseies ziemlich grosse Unterschiede im Bau zeigt, je nachdem sie entweder unmittelbar, oder erst, nachdem sie vorher mit Wasser in Berührung gewesen ist, untersucht wird, lassen sich die widersprechenden Angaben über den Bau der äusseren Schicht des Petromyzonteneies von CALBERLA einer- und KUPFFER und BENECKE andererseits vielleicht hierauf zurückführen.

---

* E. CALBERLA Der Befruchtungsvorgang beim Ei von Petromyzon Planeri: in *Zeitschrift f. wiss. Zool.* Bd. 30, p. 437. 1878.

† C. KUPFFER und B. BENECKE, Der Vorgang der Befruchtung am Ei der Neunaugen. Königsb. 1878.

Die meisten Schwierigkeiten hat wohl die Eihaut des Barsches gegeben. Dies ist um so mehr zu verwundern, als LEREBOULLET *, indem er die Eigenschaft der geschlechtsreifen Eier des Barsches anzukleben bespricht, hiezu sagt „ils doivent cet arrangement à l'existence d'appendices piliformes dont la coque de l'oeuf est couverte, qui sont étroitement engrenés les uns aux autres. Outre ces espèces de poils creux, la coque est traversé par des tubes beaucoup plus petits, qui sont les veritables organes d'absorption de l'oeuf." Und an einer anderen Stelle sagt er † „Lorsque la coque s'amincit, pendant la durée du développement embryonnaire, lcs plus gros tubes font saillie à la surface de l'oeuf et ressemblent alors à de longs poils recourbés en crochct; ils servent à maintenir les oeufs attachés et comme agglutinés les uns aux autres." LEREBOULLET betrachtet also diese Fasern einfach als Ausläufer der Zona radiata, die zum Ankleben dienen.

Es ist wohl JOH. MÜLLER gewesen, dem wir die erste genauere Kenntniss über die so eigenthümlich gebildete Eihaut des Barsches verdanken. Er kannte bereits die Fasern und beschreibt sie „als zierliche, häutige Röhren, welche in unzähliger Menge diese Hülle überall vertical durchsetzen und sich sowohl auf der äusseren als inneren Oberfläche der Hülle trichterförmig öffen." Er giebt weiter an, „dass diese Kanälchen an Feinheit den Zahnkanälchen gleichen."

REICHERT §, welcher ebenfalls die in Rede stehenden Fasern als „Kanälchen" betrachtet, sagt: „es ist mir nicht zu ermitteln gewesen, ob die Kanälchen mit den in der punktirten Haut vermutheten Röhren offen communiciren."

KÖLLIKER **, welcher Barscheier in Februar untersuchte, theilt mit: „dass es die Epithelzellen des Eifollikels sind, welche durch Auswachsen die Röhrchen bilden, so dass mithin die dieselben verbindende Gallerte nichts anderes sein kann, als eine von diesen Zellen ausgeschiedene Substanz." Doch fügt er hinzu: „was ich eben Röhrchen nannte, waren übrigens an den von mir untersuchten Eiern noch keine deutliche Hohlgebilde, vielmehr ergaben sich dieselben als scheinbar solide, blasse Ausläufer der Epithelzellen, an denen übrigens die von JOH. MÜLLER gefundenen Anastomosen schon sichtbar werden."

---

* LEREBOULLET, l. c.

† LEREBOULLET, l. c. p. 469, 1862.

§ REICHERT, l. c.

** KÖLLIKER, l. c.

Allen Thomson * sagt dagegen „In some fishes, as the perch, it is covered externally with villous, reticular or other appendages, which serve to connect the ova in masses or strings." Dagegen giebt Ransom † wieder an, indem er von der Eihülle des Barsches spricht: „they terminate on the outer surface by expanded ends or mouths, arrenged in a regular alternating order. The tubes at their inner termination divide into branches like roots and are in some way, intimately adherent to the outside of the thick dotted yelk-sac" (i. e. die Zona radiata).

Obgleich also Lereboullet und Allen Thomson schon deutlich angegeben haben, dass die in Rede stehenden Fasern nichts anderes als Fortsätze der Zona radiata selbst sind, welche beim geschlechtsreifen Eie das Ankleben bedingen, haben sich die spätern Autoren wenig um diese Mittheilungen bekümmert. So sagt His §, der reife Ovarialeier im Monat April untersuchte, dass „die die äussere Kapsel durchsetzenden Radiärstreifen aus einer etwas trüben, durch Osmiumsäure sich färbenden Substanz bestehen, die mit konisch gestalteten kernhaltigen Körpern zusammenhängen, welche eine zusammenhängende Schicht zwischen der gefässführenden Follikelwand und der Aussenfläche der Kapsel bilden." His stimmt Kölliker bei, dass diese Schicht als Granulosa und die äussere Kapsel als derer Product aufzufassen ist. Er glaubt berechtigt zu sein, die Gallertkapsel des Barscheies als Knorpelkapsel zu bezeichnen.

Eimer ** sagt von den betreffenden Fasern des Barscheies: „dieselben stellen, wie ich mich überzeugt habe, in voller Ausbildung Trichterchen dar oder Trompeten, welche sich mit den nach auswärts gerichteten Schalstücken berühren." Eimer glaubt, dass sie aus den Zellen der Granulosa sich entwickeln und betrachtet sie als „Becherzellen eigenthümlicher Art."

Waldeyer †† giebt folgende Beschreibung „Bei Perca ist ausser der eigentlichen Dotterhaut noch eine besondere äussere Eihülle vorhanden, die aber im Princip des Baues von der Dotterhaut, so viel ich sehe, nicht abweicht. Auch diese Hülle, ungleich dicker als die Dotterhaut, zeigt sich als homogene Cuticularsubstanz mit sehr deutlichen langen Protoplasmafäden durchsetzt, die den Anschein radiärer Kanälchen erzeugen. Aufs deutlichste ist hier zu sehen, wie diese Protoplasmafäden mit den später ziemlich verkümmerten Resten der

---

* Allen Thomson, *Todd's Cyclopaedia of anatomy and physiology*, Vol. V, Supp. 1859.

† Ransom, l. c.

§ His, l. c.

** Eimer, l. c.

†† Waldeyer, l. c.

Follikelepithelzellen, von denen offenbar auch diese Hülle abzuleiten ist, zusammenhängen. Zuweilen schien es mir, als ob zwischen der eigentlichen Dotterhaut und dieser dicken äusseren Hülle eine kleine flache Ausbreitung körnigen Protoplasma's vorhanden wäre, in welche die erwähnten Fäden ausliefen."

Brock * sagt von der Eihaut des Barsches folgendes: „Beim Barsch entwickelt sich bekanntlich, mit zunehmender Reife des Eies zwischen Granulosa und Zona radiata eine mächtige Schicht einer weichen, glashellen Substanz, welche meist als Gallerthülle bezeichnet, von His neuerdings für eine Art von Knorpel angesprochen wurde. Die Follikelepithelzellen, welche jungen Eiern, wie gewöhnlich, dicht aufsitzen, werden durch die sich entwickelende Gallertschicht von der Zona radiata abgehoben und ziehen sich mit fortschreitendem Wachsthum der Gallertschicht an der dem Ei zugekehrten Seite zu langen Ausläufern aus, die sich bis zur Zona radiata verfolgen lassen. An älteren Eiern liegen die Follikelepithelien, durch beträchtliche Zwischenräume von einander getrennt, (ihre Vermehrung scheint alsbald still zu stehen), in flachen Vertiefungen der Gallertkapsel auf und gehen nach unten keilförmig zugespitzt in den Ausläufer über. Dieser ist an seinen beiden Enden am dicksten und korkzieherförmig gewunden, in der Mitte, wo er gestreckter verläuft, kann er sich zu ausserordentlicher Feinheit verschmälern. An der Zona radiata scheinen die Ausläufer mit einer kleinen kegelförmigen Anschwellung zu endigen, doch kann ich nicht unbedingt für die Constanz dieser Erscheinung eintreten."

Die Ausläufer sind aber keine Fortsätze der Granulosazellen, sie sind nichts als Ausläufer der Zona selbst. Wären sie Ausläufer der Granulosazellen, wie könnten sie dann auch noch bei dem von Weibchen ausgestossenen Eie wahrgenommen werden und das Ankleben bedingen, wie es von Lereboullet und Allen Thompson angegeben wird?

Brock theilt uns weiter mit dass bei Serranus hepatus die Eihaut ungefähr ähnlich gebildet ist, wie bei Perca.

Serranus hepatus habe ich nicht untersuchen können, doch glaube ich, dass auch hier „die von jeder Granulosazelle ausgehenden, mehreren senkrechten, sich oft gabelförmig verzweigenden Ausläufer von äusserster Feinheit", Fortsätze der Zona radiata selbst sind.

Salensky † giebt von der Eihülle des Sterlets (Acipenser ruthenus) an,

* Brock, l. c.

† W. Salensky. Zur Embryologie der Ganoiden. I. Befruchtung und Furchung des Sterlet-Eies. *Zool. Anzeiger*. I. Jahrg. N⁰. 11. 1878.

dass sie aus zwei Schichten besteht und auf ihrer Oberfläche eine Zellenlage trägt, welche offenbar einen Ueberrest der Granulosa repräsentirt und durch ihre klebrige Beschaffenheit sich auszeichnet."

Schliesslich muss ich noch die Mittheilungen von LINDGREN * erwähnen. Indem er über die Zona radiata des Knochenfischeies spricht, sagt er „Es erscheint mir auch in hohem Grade wahrscheinlich, dass die im vorhergehenden erwähnten Beobachtungen, welche von JOH. MÜLLER, LEUCKART, REICHERT, KÖLLIKER, RANSOM u. a. in Bezug auf „Kerne", „zapfenförmige Vorsprünge", „Stäbchen", „Warzen", „gestielte Fortsätze," u. Aehnl. gemacht worden sind, welche man hauptsächtlich an der Eikapsel der Fische angetroffen, in der That auf die Erscheinung wovon jetzt die Rede ist, nämlich die Einwanderung der Granulosazellen in das Ei hinweisen. Obgleich ich diese Vermuthung nicht mit eigenen Beobachtungen stützen kann, da die Eier, welche ich bisher mehr zufällig untersucht habe, keine derartigen Processe zeigten, so scheint mir doch recht viel, und zwar mit einer bemerkenswerthen Uebereinstimmung, dafür zu sprechen."

Unglaublich ist es, wie Jemand so etwas schreiben kann, ohne selbst die in Rede stehenden Objecte, die Jederman bei der Hand hat, darauf nur einmal zu prüfen. Glaubt LINDGREN denn wirklich, dass J. MÜLLER, LEUCKART, REICHERT, KÖLLIKER, RANSOM u. a. nicht im Stande gewesen sind, Granulosazellen, von „gestielten Fortsätzen, Warzen, Fasern und Aehnl." zu unterscheiden? In einen solchen Fehler kann vielleicht nur ein so ungeübter Mikroskopiker, wie LINDGREN zu sein scheint, verfallen.

Köstlich ist auch die Mittheilung, dass die sogenannten Richtungsbläschen oder „globules polaires" im Säugethiereie, welche jedem Versuch einer Deutung so lange und so hartnäckig widerstanden haben, eingewanderte Granulosazellen sind.

Granulosa.

Das Eierstockei der Knochenfische wird von einer Granulosa bekleidet, welche besonders nach Versilberung sich sehr schön nachweisen lässt. In ganz unverletztem Zustande sind die Contouren der einzelnen Granulosazellen nicht so deutlich, besser dagegen die Kerne zu unterscheiden, nämlich nach Behandlung mit ganz schwacher Essigsäure. Die Granulosa bildet eine einschichtige aus polygonalen Zellen bestehende Lage. Bei der Schleie habe ich diese Zellen etwas genauer studirt. Auf. Taf. 1, Fig. 11, 12, 13. habe ich die Granulosazellen

* H. LINDGREN, Ueber das Vorhandensein von wirklichen Porencanälchen in der Zona pellucida des Säugethiereies, in *Archiv für Anatomie und Entwickelungsgeschichte. Anat. Abth.* 1877. p. 334.

von drei Eierstockeiern aus verschiedenen Stadien der Entwickelung, alle unter derselben Vergrösserung mit dem Zeichenprisma nachgezeichnet. Die Granulosazellen auf Fig. 11 sind einem Ei entnommen, welches einen Diameter von 0 12 Millim. hat, Fig. 12 einem Ei mit einem Durchmesser von 0.210 Millim., Fig. 13 endlich einem Ei, dessen Diameter 0.28 Millim. betrug. Demnach sehen wir also, dass bei sehr jungen Eierstockeiern die Zahl der Granulosazellen gering, ihr Durchmesser hingegen sehr gross ist und dass, je nachdem die jungen Eierstockeier wachsen, die Zahl der Granulosazellen grösser, ihr Diameter dagegen bedeutend kleiner wird. Haben die Eier einmal eine Grösse von 0.4—0.45 Millim. erreicht, dann scheinen die Granulosazellen an Umfang wenig mehr einzubüssen. Sehr schön ist das Granulosa-Epithel zu sehen, wenn man die Eier nach Versilberung mit Borax-Carmin färbt, indem dann sowohl die Zellcontouren als der Kern scharf hervortreten (vergl. auch hierzu Taf. I, Fig. 14, 15 und 16). Bei dem fast geschlechtsreifen Heringseie besteht die Granulosa wie immer aus einer einschichtigen Lage platter, mehr oder weniger polygonaler Zellen, dieselben haben einen Diameter von 0.020 –0.024 Millim., ihre Dicke beträgt 0.012—0.014 Millim. Der Inhalt ist stark grobkörnig (Taf. 1, Fig 17), wodurch es oft schwierig ist, den Kern deutlich zu unterscheiden. Der feingranulirte Kern hat einen Diameter von 0.008—0.010 Millim. Im frischen Zustande sind die Contouren der einzelnen Granulosazellen oft schwer zu beobachten, dagegen lassen sich die Kerne leicht nachweisen. Bringt man frische Eier 15—20 Minuten in eine Osmiumsäure-Lösung von $^1/_{10}$ pCt. und überträgt man sie nachher in destillirtes Wasser, dann gelingt es sehr leicht die Granulosazellen mit feinen Nadeln in grossen Lappen von den Eiern zu isoliren. Aehnliches geschieht, wenn man die Eier mit Kleinenberg'scher Pikrinschwefelsäure-Lösung behandelt. Die Contouren der Granulosazellen fand ich immer vollständig glatt, nie beobachtete ich an denselben feine Ausläufer.

Ich habe das Granulosa-Epithel an allen untersuchten Knochenfisch-Eiern gefunden, nur dem vollständig geschlechtsreifen Ei fehlt es.

Ueber die Entwickelung des Eifollikelepithels bei Knochenfischen hat His * in der letzten Zeit eigenthümliche Ansichten mitgetheilt. Bei jüngeren Eiern hat er das Follikelepithel nicht gesehen, nach ihm ist die Granulosa kein echtes Epithel, sondern stammt von Wanderzellen ab, welche aus der umgebenden

* His, Untersuchungen über das Ei und die Eientwikelung bei Knochenfischen. 1873.

Blutgefässe ins Innere der Follikel eingedrungen sind. Seine Resultate fasst er in den folgenden Worten zusammen:

1) Unreife nur mit Endothelscheide versehene Follikel pflegen eine Granulosa zu entbehren;

2) eine echte Epithelialumkleidung des Fischeies besteht zu keiner Zeit. Die als Granulosa anzusprechende Schicht des reifenden Follikels ist eine spätere Bildung und muss von Wanderzellen abgeleitet werden.

Ich theile diese Ansicht von HIS nicht, wie aus dem oben mitgetheilten genügend hervorgeht.

Die Resultate meiner Untersuchungen stehen in vollem Einklang mit den von KOLESSNIKOW * und BROCK †. Der erste sagt „dass er bei seinen Untersuchungen immer das Follikelepithel in cubischer oder cylindrischer Form deutlich gesehen hat" und BROCK giebt an; „dass das Follikelepithel bei den jüngsten Eiern aus grossen, blassen, sehr regelmässig polygonalen, aber dabei ungemein platten Zellen besteht, die je mehr die Eier wachsen um so kleiner werden." Und ebenfalls giebt er an, dass das Fischei zu allen Zeiten eine Granulosa besitzt.

Bekanntlich hat WALDEYER § zuerst zu erweisen gesucht, dass die Follikelepithelzellen durch die Poren der Eihaut hindurch Fortsätze ins Innere senden, aus deren Zerfall sich die Rindenschicht bilden soll. Mit Recht hebt BROCK den Umstand hervor, dass das Follikelepithel eine entschiedene Neigung zeigt, sich sowohl einzeln, als auch schichtweise vom Eie abzulösen. Dies tritt nach ihm nicht nur auf Schnittpärparaten hervor, sondern er fand auch, dass bei Forelleneiern nach geschehener Versilberung das Ei aus dem Follikel löste und nicht mit dem Eie mitging, sondern in ununterbrochener Schicht an der Follikelwand haften blieb. Allein ungeachtet dieser Schwierigkeiten ist BROCK dennoch der festen Ueberzeugung, dass das Follikelepithel in der That die vornehmste, wenn nicht einzige Quelle für die Ernährung und das Wachsthum des Dotters ist, und dies durch die Ausläufer bewerkstelligt, welche es durch die Zona radiata hindurch in den Dotter schickt. Hierbei stützt BROCK sich einerseits auf WALDEYER's Angaben, andererseits auf die eigenthümliche Erscheinung, dass, wo bei Knochenfischen die Granulosa der Zona radiata nicht unmit-

* N. KOLESSNIKOW, Ueber die Eientwickelung bei Batrachiern und Knochenfischen, in: *Archiv f. mikrosk. Anatomie*, Bd. 15, 1879, p. 382.

† J. BROCK, Beiträge zur Anatomie und Histologie der Geschechtsorgane der Knochenfische, in: *Morphol. Jahrb.*, Bd. IV, p. 505, 1878.

§ W. WALDEYER, Eierstock und Ei, 1870.

telbar aufsitzt, sondern durch eine secundäre Eihülle von ihr getrennt wird, die Granulosazellen Ausläufer durch diese Hülle hindurchschicken, welche sich bis zur Zona radiata verfolgen lassen, wie beim Barsch, und nach BROCK's Angaben auch bei Serranus hepatus.

Ich habe aber nachgewiesen, dass beim Barsch diese Ausläufer nicht von den Granulosazellen herrühren; sondern Fortsätze der Zona radiata selbst sind, vollkommen den Zöttchen der Cyprinoiden homolog. Zugegeben, dass wirklich diese Ausläufer von den Granulosazellen herrühren, dennoch würde es sehr schwierig sein, darin eine Stütze zu Gunsten von WALDEYER's Behauptung zu erblicken. Denn diese Ausläufer sind nicht allein im Vergleich zu der grossen Zahl von Porencanälchen äusserst spärlich vertreten, sondern auch viel dicker als das Lumen der Porencanälchen selbst, so dass sie niemals durch diese hindurch in das Innere des Eies dringen können.

Von dem beinahe geschlechtsreifen Heringsei habe ich angegeben, dass der Inhalt der Granulosazellen sehr stark grobkörnig ist; diese Grobkörnigkeit beruht wohl auf einer eintretenden Fettmetamorphose. Aehnliches gilt für die Granulosazellen aller Knochenfischeier, welche der Reife nahe sind. Die Bedeutung dieser Fettmetamorphose, i. e. dieser fettigen Degeneration der Granulosazellen, hat GEGENBAUR *) schon vollständig erkannt, denn er sagt: „Der ganze als Fettmetamorphose des Follikelepithels sich herausstellende Vorgang führt offenbar zu einer leichteren Trennung des Eies von dem Follikel, und muss als eine den Austritt des Eies aus der Theca befördernde Erscheinung angesehen werden."

Mikropyle.

Um den Bau der Mikropyle genauer kennen zu lernen, empfiehlt es sich am besten die Eier in feine Querschnitte zu zerlegen. An einer bestimmten Stelle der Eihaut bemerkt man am Heringsei eine tellerförmige Aushöhlung. An feinen Querschnitten ergiebt sich, dass diese Aushöhlung nur auf die äussere Schicht der Zona radiata beschränkt ist (Taf. I, Fig. 19). In der Mitte dieser Aushöhlung, wo die äussere Schicht der Zona radiata kaum noch zu unterscheiden ist, fängt ein feiner Kanal an, der die ganze innere Eihautschicht durchlaufend über dem Keim ausmündet. Es ist dies der Mikropylenkanal. Bald

*) C. GEGENBAUR, Ueber den Bau und die Entwickelung der Wirbelthiereier mit partieller Dottertheilung, in: JOH. MÜLLER's *Archiv.* 1861. p. 491.

nach seinem Ursprung an der äusseren Eioberfläche erweitert er sich etwas, um gleich darauf wieder sehr eng zu werden und so mit unverändertem Lumen die ganze innere Lage der Eihaut zu durchsetzen, wo er auf einer papillenförmigen Hervorragung der inneren Eihautschicht ausmündet. Das Lumen des Mikropylenkanals ist überaus fein und misst kaum 0,0025 Mill.

Taf. I, Fig. 20 zeigt einen Querschnitt durch die Zona radiata von Leuciscus rutilus, welcher gerade den Mikropylenkanal getroffen hat. In einiger Entfernung von der Mikropyle werden die Zöttchen allmählich kleiner und in ihrer ummittelbaren Umgebung fehlen sie durchaus. Die Mikropyle fängt hier mit einer weiten, trichterförmigen Mündung an um bald darauf in einen sehr feinen Kanal, welcher auf einer buckelartigen Hervorragung der Zona radiata ausmündet, sich fortzusetzen.

Fast ähnlich verhält sich die Mikropyle bei der Schleie (Tinca vulgaris) (vergl. Taf. I, Fig. 21), bei Scorpaena scrofa, bei Julis (J. Giofredi, turcia, vulgaris); bei Crenilabrus griseus, ocellatus, pavo und mediterraneus vergl. hierzu (Taf. I, Fig. 22), bei Heliasis chromis (Taf. I, Fig. 23) u. A. Welche kleinere oder grössere Unterschiede im Bau der Mikropylenkanal auch zeigen möge, immer bemerkt man, dass die innere Mündung auf einer kleinen papillenförmigen Hervorragung der Zona radiata ausmündet.

Beim Hering fand ich den Diameter der inneren Mündung an Querschnitten, wie gesagt 0.0025 Millim. Nach Kupffer beträgt die Breite des Kopfes des Spermatozoon beim Hering 0,0020 Millim.

Bei Crenilabrus griseus hat die innere Mündung ein Lumen von etwas mehr als 0,002 Millim. und fand ich die Breite des Kopfes der Spermatozoa ungefähr 0,0017—0.0018 Millim. im Diameter.

Demnach sehen wir also, dass in keinem Falle mehr als ein Spermatozoon auf ein Mal den Mikropylenkanal zu durchsetzen vermag. Aehnliche Verhältnisse fand ich auch bei Julis vulgaris, Scorpaena porcus und Heliasis chromis. Ich fand die Mikropyle an geschlechtsreifen Eiern immer über dem Keime, wenn nämlich die Eier unmittelbar dem Weibchen entnommen entweder frisch, oder nach Erhärtung auf feinen Querschnitten, untersucht wurden. Haben die Eier dagegen längere Zeit im Wasser gelegen, dann ändern sich zuweilen die Verhältnisse.

Ob Rathke * schon die Mikropyle gekannt hat, darf zweifelhaft sein, sicher

* Rathke, Ueber die Eier einiger Lachsarten in: Meckel's *Archiv*, 1832, p. 392.

ist es dagegen, dass von Baer * dieselbe gesehen hat. Er erwähnt nämlich bei Cyprinus blicca „eine trichterförmige Einsenkung der äusseren Eihaut, welche sich über dem Keim befindet." Ihre wahre Bedeutung hat er dennoch verkannt. Doyère † hat wohl zuerst bei Syngnathus ophidion die Mikropyle richtig erkannt und auch als solche bezeichnet; er theilt ebenfalls schon mit, dass sie oberhalb des Keimes liegt (correspondant au centre du disque proligère). Bruch § erkannte sie bald darauf beim Lachs und bei der Forelle. Er sagt, dass die äussere Mündung sich als ein einfacher Trichter zeigt, der sich allmählich verjüngt und ungefähr in der Mitte des Kanals die grösste Verengerung zeigt, dass sie nach innen sich wieder erweitert und ziemlich scharf ausgeschnitten endigt. Letztere Angabe beruht auf einem Irrthum, wie dies auch von allen anderen Forschern, welche über den Mikropylenkanal geschrieben haben, angegeben wird. Leuckart ** bestätigte das Vorkommen einer Mikropyle beim Hecht und bei Syngnathus acus und Reichert †† bei sämmtlichen untersuchten Cyprinoiden. Letzterem verdanken wir schon eine sehr genaue Beschreibung derselben, denn er sagt: „dieselbe besitzt die Form eines Trichters, dessen dünnster Theil, der Hals, gegen das Innere des Eies sich wendet und nach dem Innern des Eies konisch hervorspringt. Kölliker §§ bestätigt ebenso das Vorkommen einer Mikropyle bei zahlreichen von ihm untersuchten Fischen.

Ransom *** beschreibt sie bei zahlreichen Knochenfischen (Salmo salar und S. fario, Gasterosteus leiurus (aculeatus) und G. pungitius, Thymallus vulgaris, Esox lucius, Acerina vulgaris, Perca fluviatilis, Cottus gobio, Cyprinus gobio, Leuciscus phoxinus und Leuciscus cephalus) und giebt bei allen an, dass sie über dem Keim liegt und auf einer papillenförmigen Hervorragung der Zona ausmündet, wie aus

---

* C. E. von Baer, Beiträge zur Entwickelungsgeschichte der Fische. Leipzig 1835, p. 9.

† Doyère. L'Institut. 1850, p. 12.

§ C. Bruch, Ueber die Mikropyle der Fische, in: *Zeitschrift für Wiss. Zool.* Bd. VII, p. 172, 1856.

** Leuckart, Ueber die Mikropyle und den feineren Bau der Schalenhaut bei den Insecteneiern. Nachschrift, in: J. Müller's *Archiv.* p. 257, 1855.

†† Reichert, Ueber die Mikropyle der Fischeier u. s. w., in J. Müller's *Archiv.* p. 83, 1856.

§§ Kölliker, Derselbe, Ueber die Befruchtung des thierischen Eies und über die hist. Deutung desselben. Mainz. 1855.

*** Ransom, Observations on the Ovum of Osseous Fishes, in *Philosophical Transactions of the royal Society* p. 431, Vol. 157, 1867.

*

seinen Zeichnungen deutlich hervorgeht: Auch HIS * giebt beim Lachs an, dass in der Umgebung des Mikropylenkanales die Zona (Eikapsel HIS) nach innen vorgetrieben ist. Bei unmittelbar der Bauchhöhle entnommenen Eiern (des Lachses) liegt er nach ihm etwas excentrisch über dem Keim.

Wichtig und neu ist die Mittheilung von HIS, dass beim Lachs niemals mehr als ein Spermatozoon auf einmal den Mikropylenkanal zu durchsetzen vermag.

Aus dem Mitgetheilten geht also hervor, dass bei allen Knochenfischen die Mikropyle auf einer papillenförmigen Hervorragung der Zona radiata nach innen ausmündet, dass sie immer beim frischen, geschlechtsreifen Ei unmittelbar über dem Keime liegt, und dass niemals mehr als ein einziges Spermatozoon auf einmal durch den Mikropylenkanal wandern kann.

CALBERLA † theilt uns mit, dass bei den Petromyzonten die Eihaut an dem einen Pol uhrglasförmig gewölbt ist und im Bereiche des Uhrglases beide Schichten dicker sind. Auf dem Scheitel dieses Abschnittes findet sich eine flache, tellerförmige Einbuchtung, und entsprechend dem Centrum dieser durchbohrt eine trichterförmig beginnende, dann zu einem Kanal sich verengende und innen mit einer schwächern Erweiterung ausmündende Mikropyle die ganze Eihaut. Er bezeichnet diese Oeffnung in der Eihaut, zum Unterschiede von einer an der Dotteroberfläche vorhandenen ähnlichen Bildung als „äussere Mikropyle". Sie stimmt nach ihm im wesentlichen in ihrem Bau mit der Mikropyle der Knochenfische überein.

Weder A. MÜLLER § noch MAX SCHULTZE ** konnten trotz eifrigster Nachforschung am Petromyzontenei eine Mikropyle auffinden. In der vorläufigen Mittheilung von SCOTT †† wird der Mikropyle keine Erwähnung gethan. Dagegen erklären KUPFFER und BENECKE §§ die von CALBERLA als Mikropyle bezeichnete Stelle nicht für eine Pforte, sondern nur für eine permeablere Stelle

* W. HIS, Untersuchungen über das Ei und die Entwickelung der Knochenfische, Leipzig 1873.

† CALBERLA, Der Befruchtungsvorgang beim Ei von Petromyzon Planeri, *Zeitschrift f. Wiss. Zool.*, Bd. XXX, p. 436, 1878.

§ A. MÜLLER, Ueber die Befruchtungserscheinungen im Ei der Neunaugen. Verhandl. der Königsberger phys-oekonom. Gesellschaft 1864, p. 109.

** MAX SCHULTZE, Die Entwicklungsgeschichte von Petromyzon Planeri. Verhandelingen der Hollandsche Maatschappij van Wetenschappen te Haarlem.

†† SCOTT, Vorläufige Mittheilung über die Entwickelungsgeschichte der Petromyzonten, *Zool. Anzeiger*, Jahrg. III, N⁰. 63, 1880.

§§ KUPFFER und BENECKE, Der Vorgang der Befruchtung am Ei der Neunaugen, Königsb. 4⁰., 1878.

der Eihaut. Die Abbildung aber, welche CALBERLA giebt, stimmt im Allgemeinen so überein mit den Bildern, welche ich an zahlreichen Knochenfischeiern gefunden habe, dass ich — obgleich ich nicht selbst Gelegenheit hatte, Petromyzonteneier zu untersuchen — CALBERLA vollständig beipflichten muss. Der einzige Unterschied zwischen der Mikropyle bei den Knochenfischen und der bei Petromyzon, besteht also nur hierin, dass dieselbe beim letztgenannten nicht auf einer papillenförmigen Hervorragung ausmündet.

SALENSKY * ist es anfangs beim Sterlet (Acipenser ruthenus) nicht gelungen, das Vorhandensein einer Mikropyle am Ei nachzuweisen; im weiteren Verfolg seiner Untersuchungen hat er jedoch am oberen Eipol eine der Zahl nach wechselnde (5–13) Anzahl von Oeffnungen aufgefunden. Ob dieselben aber alle Mikropylen darstellen, darf zweifelhaft erscheinen.

Eiinhalt und Kern.

Hering. Die jüngsten Eierstockeier, welche ich beim Hering antraf, wechselten in Grösse von 0,024—0,036 Millim. Der sehr grosse Kern ist sehr schön doppelt contourirt und enthält nur ein einziges Kernkörperchen. Protoplasma, Kern und Kernkörperchen sind durchaus homogen, nach Behandlung mit verdünnter Essigsäure gerinnt der Inhalt und wird feinkörnig.

Die grösseren Eier zeigen auch schon einen etwas complicirteren Bau. Der Inhalt ist wie bei den kleineren noch vollkommen homogen. Der Kern zeigt aber zahlreiche, oft mit Vacuolen versehene Kernkörperchen. Einige dieser Kernkörperchen liegen unmittelbar der Kernmembran an, andere dagegen mehr in der Mitte des Kernes. Die Kernwand ist ziemlich dick. Der Inhalt des Kernes gleicht dem des Protoplasma und bildet noch eine homogene Masse. Lässt man auf solche Eier verdünnte Essigsäure einwirken, dann bemerkt man folgendes: das bis jetzt noch vollkommen homogene Ei wird durch Gerinnung des Plasma trüb und körnig; hat jedoch die Essigsäure ein Paar Minuten eingewirkt, so tritt plötzlich eine starke Contraction des Plasma um den Kern ein und zugleich entsteht rings um das stark contrahirte Plasma ein breiter fast wasserklarer Saum, welcher eine exquisit radiäre Streifung zeigt. Dieser Saum entsteht wohl nur dadurch, dass bei der energischen Contraction des Plasma um den Kern Wasser durch die Porenkänalchen der Zona radiata nach innen eindringt. Dieses Wasser ist aber kein reines Wasser, sondern enthält eine geringe Menge Eiweiss gelöst, wie dies bekanntlich immer der

* SALENSKY, *Refer. Jahresb. über die Fortschritte der Anat. und Phys. Literatur* 1878, p. 228.

Fall ist, wenn beim Liegen im Wasser die Zona von dem Eiinhalt sich scheidet und zwischen beiden ein vom eingedrungenen Wasser ausgefüllter Zwischenraum sich bildet. Während des Eindringens gerinnt die Flüssigkeit und dadurch wird die exquisit radiäre Streifung bedingt.

Untersucht man das fast geschlechtsreife Eierstockei des Herings, so ist es mir nur äusserst selten gelungen, den Kern zu isoliren, denn bei den meisten war er schon im Auflösen begriffen. In den Fällen, in welchen eine Isolation noch möglich war, zeigte er folgende Beschaffenheit. Er bildet eine ziemlich grosse, bis zu 0,25—0,3 Millim. im Diameter messende Kugel. Die Wand ist äusserst dünn. Der Inhalt besteht aus einer wasserklaren Flüssigkeit, in welcher eine sehr grosse Zahl kleiner, glänzender Kügelchen abgelagert sind. In den meisten Fällen jedoch, wenn man fast geschlechtsreife Eier im frischen Zustande öffnet, gelingt es nicht mehr den Kern zu isoliren, indem er wie gesagt, im Begriff ist, sich aufzulösen.

Ueber die Veränderungen des sich auflösenden Kernes geben feine Querschnitte von in Bi. Chrom. Kali gehärteten Eiern die beste Aufklärung. Allererst bemerkt man, dass je mehr das Ei sich seiner Geschlechtsreife nähert, um so mehr der Kern seine centrale Stellung aufgiebt und excentrisch wird. Bei den meisten lag er schon unmittelbar der Eihaut an, und dann ohne alle Ausnahme immer dem Mikropylenkanal gerade gegenüber. Er zeigt sich dann als eine unregelmässige, ganz helle, vollkommen structurlose und von einer dünnen Schicht feinkörnigen Protoplasma's umgebene Masse, die durch Pikrocarmin intensiv roth gefärbt wird. Von einer Wand ist nichts mehr zu sehen, ebenso wenig von den früher so zahlreich vorhandenen Kernkörperchen. Je reifer das Ei wird, um so undeutlicher und unregelmässiger erscheint der Kern, indem sein Inhalt, der Kernsaft in welchem sich die Kernkörperchen gelöst haben, sich immer mehr mit dem Inhalt des Eies mischt, bis er schliesslich vollständig verschwunden ist.

Der Inhalt des noch nicht geschlechtsreifen Heringseies besteht aus einer sehr grossen Zahl Dotterkugeln, welche von einer sehr geringen Grösse bis zu 0,035 Millim. messen. Dieselben sind in einer feinkörnigen protoplasmatischen Masse abgelagert, die jedoch nur sehr spärlich vorhanden ist. (vergl. Taf. I, Fig. 24 und Taf. VI, Fig 2.) Nach Färbung mit Pikrocarmin nimmt das Protoplasma nur eine äusserst blassrothe Farbe an, während die Dotterkugeln blassgelb erscheinen.

Auf feinen Querschnitten von in Osmiumsäure gehärteten Eiern bemerkt man oft in den gewöhnlich bräunlich gelb gefärbten Dotterkugeln eigenthümliche Zeichnungen. (Taf. II, Fig. 1). Im Innern derselben sieht man nämlich oft eine grossen glänzende Kugel, welche etwas dunkler tingirt erscheint.

Rings um diese Kugel liegen zahlreiche kleine Kügelchen, welche nach der Peripherie hin allmählich schwinden, in concentrische Reihen angeordnet und in der Randschicht selbst begegnet man ihnen nicht mehr.

Beim vollständig geschlechtsreifen Ei des Zuiderzee-Herings ist es mir, ihnen ungeachtet aller darauf verwendeten Mühe und Durchmusterung hunderter darauf untersuchter Querschnitte von in Bi. Chrom. Kali oder in Osmiumsäure gehärteten Eiern, doch nie gelungen, die geringste Spur eines Kernes zu finden, weder nach Färbung mitPikrocarmin, noch durch Haematoxylin, noch durch Methylgrün.

Nachdem ich mich an Querschnitten fast geschlechtsreifer Eier überzeugt hatte, dass der sich auflösende Kern immer der inneren Mündung des Mikropylenkanals gegenüber, ja unmittelbar anliegt, hoffte ich dass vielleicht auch an Querschnitten vollständig reifer Eier, welche gerade den Mikropylenkanal senkrecht durchschnitten hatten, noch Spuren eines Kernes in der Umgebung der papillenförmigen Hervorragung der inneren Mündung der Mikropyle aufzufinden sein würden, aber niemals bin ich so glücklich gewesen.

Wir haben schon gesehen, dass bei dem noch nicht geschlechtsreifen Ei der Inhalt aus einer sehr grossen Zahl bis zu 0,035 Millim. im Diameter messender Dotterkugeln und sehr wenig Protoplasma besteht. Bei dem geschlechtsreifen Heringsei dagegen begegnet man einer viel kleineren Zahl bedeutend grösserer Kugeln, die ich mit KUPFFER als Dotterkugeln bezeichnen werde.

Einige dieser Kugeln sind mehr homogen, andere dagegen mit einer Fülle, gewöhnlich nur 0,002 Millim. messender Kügelchen ausgefüllt.

Aehnlichen Kügelchen begegnet man oft in unregelmässigen Haufen bei einander und dann ausserhalb der Dotterkugeln gelegen, sodass es mir sehr wahrscheinlich vorkommt, dass diese Kügelchen in den Dotterkugeln ihren Ursprung nehmen und durch Platzen der Dotterkugelwand frei werden. Ausser diesen Dotterkugeln KUPFFER's kommt dann im Ei noch eine sehr bedeutende Menge feinkörnigen Protoplasma's vor, welches beim unreifen Ei nur spurweise vorhanden ist. Man kann so viele Querschnitte untersuchen als man will, in keinem derselben zeigt sich das Protoplasma unter derselben Gestalt. Bei einigen bildet es dicke, breite Züge, bei anderen mächtige Anhäufungen im Eicentrum, bei noch anderen hat es sich mehr an den Rändern oder an einem oder an beiden Polen angesammelt, bei wieder anderen liegt es mehr gleichmässig durch das ganze Ei hin verbreitet. Meistens, obgleich nicht immer bildet es an der Peripherie eine nicht sehr breite Zone und durchzieht dann von hier aus den ganzen Dotter. Aber wie das Protoplasma auch angeordnet sein möge, immer bildet es eine mässig breite Zone unter der Mikropyle. Dass dieses Protoplasma der Keim ist, brauche ich wohl kaum noch zu sagen. (Taf. II, Fig. 2).

In der Randschicht des Eiinhaltes bemerkt man dann noch einige mehr oder weniger ovale, lichtbrechende, glänzende, homogene Kugeln, — die Dotterkörner Kupffer's —. Ihre Grösse fand ich wie Kupffer sie angiebt und sie bilden eine unvollständig oberflächliche Lage, welche die übrige Masse unvollkommen deckt (vergl. Taf. II, Fig. 3). Beim Hering ist also auch wirklich bei dem geschlechtsreifen Ei das Protoplasma, der Keim, schon vorhanden, nur hat er sich noch nicht an dem Keimpol concentrirt, sondern liegt mehr durch das ganze Ei zwischen den Dotterkugeln hin, zerstreut. Ueber die genaueren Lageverhältnisse des Keimes können nur feine Querschnitte Aufschluss geben.

Wir sehen also, dass beim Heringsei, während des Ueberganges aus dem noch nicht geschlechtsreifen in den vollkommen geschlechtsreifen Zustand, gewaltige Veränderungen vor sich gehen. Dieselben betreffen sowohl den Inhalt des Eies als den des Kernes und müssen wahrscheinlich in sehr kurzer Zeit vor sich gehen, denn nicht allein war ich nie so glücklich Uebergangsstadien zu finden, sondern es zeigt sich auch, dass bei Heringen, welche noch nicht so geschlechtsreif sind, dass bei dem leisesten Druck die Eier abgehen, sondern erst nach einem etwas kräftigeren ausgepresst werden, neben vollkommen geschlechtsreifen Eiern andere vorkommen, die noch durchaus den auf S. 38 beschriebenen Bau zeigen.

In vielen Beziehungen günstiger erwies sich das Ei von Scorpaena.

Untersucht wurden die Eier von Scorpaena porcus und S. scrofa. Die jüngsten Eier zeigten ungefähr denselben Bau wie er für den Hering beschrieben ist. Bei etwas grösseren Eiern besitzt das Keimbläschen schon einen ansehnlichen Durchmesser und enthält einige grössere und mehrere kleinere Keimflecke. Oft erreicht ein einziger von diesen eine ganz besondere Grösse. Die Kernmembran erscheint glatt und deutlich doppelt contourirt. Beim Weiterwachsthum der Eizelle ist man, um die Lage und Beschaffenheit des Keimbläschens zu untersuchen, auf Schnittpraeparate angewiesen, indem eine Isolation des Keimbläschens nicht mehr gelingt. Es stellt sich dann heraus, dass das Keimbläschen seine Lage verändert hat, und vom Centrum, wo es vorher lag, nach der Oberfläche emporgerückt ist, ebennso wie dies beim Heringsei beschrieben ist. Die anfangs so deutlich erscheinende Wand ist weniger deutlich und nicht mehr glatt, sondern stark gefaltet. Die früher so scharf markirten Kernkörperchen werden ebenfalls undeutlicher und scheinen schliesslich vollständig von dem Kernsaft aufgelöst zu werden, wenigstens sieht man dieselben nicht mehr. Je mehr das Ei sich seiner Geschlechtsreife nähert, um so mehr rückt der Kern nach der Peripherie. Schliesslich erreicht er die Eihaut und liegt hier dann immer — eben wie beim Hering — der Mikropyle unmittelbar gegenüber. Wie beim Hering zeigt er

sich als eine unregelmässige, ganz helle, homogene Masse, welche wahrscheinlich wohl nur den Kernsaft vorstellt. Von einer Wand ist auch hier wie dort nichts zu sehen. In dem anfangs im frischen Zustande homogen, nach Behandlung mit Essig-, Chrom-, Osmium-, und Pikrinsäure oder mit Lösungen von Bi-Chrom. Kali durch Gerinnung körnig erscheinenden Eiinhalt-zeigt sich, sobald das Ei eine Grösse von 0,15 Millim. erreicht hat, die erste deutliche Ablagerung von Dotterkügelchen. Hat das Ei eine Grösse von 0,3 Millim. erreicht, dann besteht der Inhalt ganz aus bis zu 0,024 Millim. im Diameter messenden, in einer spärlichen Protoplasmamasse abgelagerten Dotterkugeln. Mit dem unbewaffneten Auge betrachtet, sehen die Eier dann milchweiss aus.

Wie ganz anders dagegen ist der Anblick des geschlechtsreifen Eies von Scorpaena. Es ist vollkommen klar und durchsichtig wie Glas. Bringt man es ganz frisch, ohne Zufügung von Reagentien unter das Mikroskop, so lassen sich an demselben sofort zwei ungleich grosse Abtheilungen unterscheiden. Der eine bedeutend grössere Theil ist das Deutoplasma, der Nahrungsdotter; frisch untersucht erscheint er vollkommen homogen, ohne jede Spur von Dotterkörnchen. Der andere bei weitem kleinere Theil, das Protoplasma, der Keim, ist ebenfalls durchaus homogen, derselbe hat jedoch ein glänzenderes Aussehen und zeichnet sich besonders durch seine blassrothe Farbe vor dem mehr weisslich erscheinenden Nahrungsdotter aus. An dem einen Pol, dem Keimpol, deckt er kappenförmig den Dotter und erreicht der Mikropyle gegenüber seine grösste Höhe, von dort nimmt er bis zum Aequator allmählich an Umfang ab, verschwindet an dem Aequator fast vollständig, um dann an dem gegenüberliegenden Pol eine zwar sehr dünne, dennoch deutliche Schicht zu bilden.

Behandelt man das Ei mit Essigsäure, dann gerinnt der Keim, während der Nahrungsdotter kaum alterirt wird. Zerlegt man das Ei in Querschnitte, nachdem man es vorher mit Lösungen von Bi-Chrom. Kali von 5 pCt. oder mit der von Kleinenberg angegebenen Pikrinsäure behandelt hat, dann ergiebt sich, dass der Keim aus einer äusserst feinkörnigen Substanz besteht, während der Dotter dagegen etwas mehr grobkörnig granulirt erscheint und vollständig dem Bilde gleicht, welches man erhält, wenn man sehr junge Eierstockseier auf ähnliche Weise behandelt. Der Keim erscheint so fein granulirt, dass man nur bei Anwendung stärkerer Vergrösserungen die feinen Körnchen sehen kann. Durch Färbung mit Borax- oder Beale'schem-Carmin, mit Methylgrün und anderen Farbstoffen, wird der Keim intensiv, der Nahrungsdotter nicht oder nur spurweise tingirt. Schon im frischen Zustande bemerkt man in dem Keim, unmittelbar der Mikropyle gegenüber einen eigenthümlichen Körper, der sich besonders deutlich nach Behandlung mit Essigsäure als eine Kernspindel ausweist (vergl. Taf. II, Fig. 4). In

seinem Bau zeigt uns das spindelförmige Gebilde jene characteristische Beschaffenheit, welche in den letzten Jahren von Kernen, die zur Theilung sich anschicken, von mehreren Seiten beschrieben worden ist. In ihrem Bau gleicht die Spindel durchaus der, wie O. HERTWIG, BÜTSCHLI, FOL u. A. dieselbe bei einer grossen Zahl niederer Thiere beschrieben haben. Die Spindel ist bei Scorpaena durchschnittlich 0,025 Millim. lang und 0,0145 Millim. breit und besteht aus einer Anzahl sehr feiner, paralleler Fasern, die nach den beiden Enden zu convergiren und in zwei Spitzen zusammenlaufen. Die Fasern sind in der Mitte zu einem kleinen Knötchen verdichtet, welches das Licht stärker bricht und daher von einer dichteren Substanz gebildet wird (STRASSBURGER's Kernplatte, HERTWIG's mittlere Verdichtungszone). Bei Scorpaena fällt dieser Theil des Kerns dem Beobachter schon in die Augen, bevor das Ei noch mit Reagentien behandelt ist. Auch die Spitzen der Spindel sind gleichfalls von verdichteter Kernsubstanz gebildet und dadurch kenntlicher gemacht. Dagegen liess sich ein kleiner, heller Protoplasmahof an den Polen der Spindel, um welchen die Dotterkörnchen eine radiäre Anordnung besitzen, nicht nachweisen. Mehrmals hat es mir den Eindruck gemacht, als ob die Kernspindel von einer äusserst zarten Membran umgeben wäre. Wie gesagt, tritt die Spindel besonders deutlich zum Vorschein, wenn man die Eier mit Essigsäure von 5—10 pCt. behandelt, doch hält sich das Bild nur wenige Minuten, indem durch die starke Gerinnung das ganze Protoplasma zu undurchsichtig wird, um die Kernspindel noch unterscheiden zu lassen. Und doch macht es die ziemlich resistente und dicke Zona radiata nothwendig eine Essigsäure-Lösung zu gebrauchen, die wenigstens 5 pCt. —10 pCt. stark ist, indem schwächere Lösungen entweder fast gar nicht oder erst nach sehr langer Zeit die Zona durchdringen. Für geschlechtsreife, unbefruchtete Eier macht dies vielleicht weniger aus, vollständig unbrauchbar sind dagegen solche schwache Lösungen, wenn es Eiern in den allerersten Stadien der Entwickelung gilt, indem dieselben dann so schnell als möglich abgetödtet werden müssen, um die Veränderungen; welche an der Kernspindel sich abspielen, zu erforschen, und für diesen Zweck sind die genannten Lösungen von 5 pCt.—10 pCt. am meisten zu empfehlen. Das in Nachfolgung von STRASSBURGER durch HERTWIG empfohlene Verfahren, nachdem die Essigsäure möglichst entfernt ist, die Eier mit absolutem Alkohol zu übergiessen, nach einigen Stunden den Alkohol mit Glycerin und essigsaurem Kali zu gleichen Theilen langsam zu versetzen und die Mischung stehen zu lassen, bis der Alkohol verdunstet ist, lässt sich, so weit ich dies habe verfolgen können, für die Eier der Knochenfische nicht anwenden.

Es unterliegt wohl keinem Zweifel, dass wir das spindelförmige Gebilde jetzt

schon mit Sicherheit als Kern des Eies deuten können. Es ist dies nun das Stadium, welches von allen Autoren, und wie ich selbst früher ebenfalls glaubte, mit grosser Bestimmtheit als kernlos bezeichnet worden ist. Vergleicht man die Grösse der Kernspindel des geschlechtsreifen Eies mit der des Keimbläschens beim nichtgeschlechtsreifen Ei, so geht daraus unmittelbar hervor, dass die Kernspindel jedenfalls wohl nicht dem ganzen Keimbläschen entspricht. Das geschlechtsreife Ei von Scorpaena hat eine mehr oder weniger ovale Gestalt, die longitudinale Axe beträgt 0,92—0,95 Millim., die breite Axe 0,81—0,84 Millim.; die Länge der Kernspindel dagegen beträgt, wie wir gesehen haben nur 0,025 Millim. bei einer Breite von 0,0145 Millim. Bei jungen Eierstockseiern, die z. B. einen Durchmesser von 0,18 Millim. haben, beträgt der Diameter des Kerns 0,068 Millim.

Wir werden also wohl gezwungen anzunehmen, dass aus einem und zwar sehr geringen Theil des Keimbläscheninhaltes (i. e. des Kernsaftes in welchem die Kernkörperchen sich gelöst haben) sich die Kernspindel bildet, dass dagegen der grösste Theil sich mit dem Eiinhalt vermischt. Bei dieser Mischung gehen dann gewaltige Veränderungen vor sich, als deren Endresultat die Bildung des Keimes in erster Linie hervortritt und zweitens auch der so eigenthümlich gebildete Nahrungsdotter entsteht. Welche Processe hier vorliegen, weiss ich nicht, wahrscheinlich sind es Vorgänge von höchst complicirter Natur, die der Beobachtung kaum oder sehr schwer zugänglich sein werden. Aehnliches gilt von der Art und Weise der Bildung der Kernspindel. Auch hier scheint der Uebergang aus dem nichtgeschlechtsreifen in den geschlechtsreifen Zustand in sehr kurzer Zeit vor sich zu gehen und ebenso wenig wie beim Hering liessen sich hier Uebergangsstadien nachweisen. Dies ist bei Scorpaena um so auffälliger, als die Reife des Eies hier so deutlich vom Centrum nach der Peripherie vorrückt. An die letzte Reihe der nichtgeschlechtsreifen Eier, in welchen der Nahrungsdotter noch aus Dotterkugeln besteht und das Keimbläschen, wenn auch nachweisbar, schon in Auflösung begriffen ist, schliessen sich unmittelbar Eier an, die vollständig den geschlechtsreifen gleichen, nur etwas kleiner sind.

Eben so klar und durchsichtig wie das Ei von Scorpaena ist das Ei von Julis im geschlechtsreifen Zustand, es unterscheidet sich aber so fort von dem von Scorpaena durch den Besitz einer grossen glänzenden Oelkugel. Das Ei von Julis vulgaris hat einen Diameter von 0,75 Millim., die Oelkugel einen von 0,15 Millim. Der Dotter des frischen Eies erscheint vollständig homogen, er wird allseitig von dem ebenfalls vollkommen durchsichtigen Keim umgeben, der an dem Pol, wo die Mikropyle gelegen ist, seine grösste Höhe erreicht. Die durch ihr specifisches Gewicht leichtere Oelkugel nimmt immer

die höchste Stelle am Dotter ein, so dass in natürlichem Zustande die Oelkugel immer nach oben, die Mikropyle nach unten gerichtet ist. Durch Behandlung mit Essigsäure gerinnt der Keim, während der Dotter nicht alterirt wird. Unmittelbar der Mikropyle gegenüber liegt eine kleine Kernspindel, die aber bei weitem nicht so deutlich ist wie bei Scorpaena.

Untersucht man das geschlechtsreife Ei von Julis auf feinen Querschnitten, nachdem man es vorher in der KLEINENBERG'schen Pikrinsäure-Lösung gehärtet hat, dann erscheint der Keim feinkörnig, der Dotter dagegen grobkörnig und bei Anwendung starker Vergrösserung ergiebt sich, dass diese Grobkörnigkeit auf dem Vorhandensein unzählbarer, kleiner, unregelmässiger, glänzender Kügelchen beruht, eben so wie bei Scorpaena, nur sind die Kügelchen bei Scorpaena noch viel kleiner.

Die jüngeren Stadien wiederhohlen bei Julis durchaus dieselben Erscheinungen, wie sie für Scorpaena beschrieben sind. Auch hier besteht der Inhalt, wenn das Ei einen Diameter von 0,25—0,3 Millim. erreicht hat, aus zahlreichen, glänzenden, mässig grossen Dotterkugeln, in einer äusserst spärlichen Protoplasmamasse abgesetzt; das Ei ist in diesem Stadium vollkommen undurchsichtig. Der Kern wiederholt dieselben Phasen seiner Rückbildung wie bei Scorpaena, aus einem kleinen Theil seines Inhaltes bildet sich die Spindel, der bei weitem grösste Theil mischt sich mit dem Dotter und als Product dieser Mischung entsteht auch hier der Keim, der Nahrungsdotter und die so eigenthümlich gebildete Oelkugel.

Fast vollständig denselben Bau wie das Ei von Julis, zeigt das Ei von Serranus. Bei Serranus scriba hat das geschlechtsreife Ei einen Durchmesser von 0,82—0,85 Millim. Es enthält eben so wie das Ei von Julis eine grosse, glänzende Oelkugel, die einen Diameter von 0,15 Millim. hat, aber im Gegensatz zu der von Julis nicht immer die höchste Stelle, sondern jede beliebige Stelle im Dotter einnimmt. Der Nahrungsdotter ist eben so klar und durchscheinend wie bei Julis, wie dasselbe gilt von dem Keim.

Ist das Ei in der KLEINENBERG'schen Pikrinschwefelsäure-Lösung gehärtet und dann auf Querschnitten untersucht, so zeigt sich der Keim wieder fein granulirt, während der Dotter mehr ein grobkörniges Ansehen hat, wie bei Scorpaena.

Das nichtgeschlechtsreife Ei zeigt denselben Bau, wie er für diese Stadien bei Julis und Scorpaena beschrieben ist und besteht hier ebenfalls, wenn es eine Grösse von 0,3 Millim. erreicht hat, aus einer beträchtlichen Zahl mässig grosser, glänzender Dotterkugeln. Das Keimbläschen zeigt dieselben Phasen seiner Umwandlung wie bei Julis und Scorpaena. Auch beim Ei von Fierasfer zeigt sich der Dotter im unreifen Zustand aus glänzenden Dotterkugeln

zusammengesetzt, obgleich das vollständig geschlechtsreife Ei ebenso klar und durchsichtig ist wie das von Julis, Scorpaena und Serranus.

Ich habe ferner das Ei von Heliasis chromis und von vier Arten von Crenilabrus untersucht.

Bei Heliasis chromis hat das reife Ei einen Längsdurchmesser von 0,85—0,9 Millim., bei einer Breite von 0,7—0,72 Millim. Der Inhalt besteht ausser einer grossen, glänzenden Oelkugel, welche einen Diameter von 0,21 Millim. hat, aus Dotterkugeln (Deutoplasma) und einer beträchtlichen Menge feinen Protoplasma's. An dem der Mikropyle gegenüber liegenden Pol, dem Keimpolbildet das Protoplasma eine deutliche Schicht, welche nach dem Aequator zu allmählich dünner wird und an dem, dem Keimpol gegenüberliegenden Pol verschwunden ist. In der in Rede stehenden Schicht liegen kleine Dotterkügelchen, welche nach dem eigentlichen Nahrungsdotter zu immer zahlreicher werden und so den allmählichen Uebergang von dem Keim in das Deutoplasma vermitteln (vergl. Taf. II, Fig 5). Auf Querschnitten untersucht, ergiebt sich, dass zwischen den Dotterkugeln dicke Stränge Protoplasma's hinziehen, welche vom Keime wurzelartig ausgehen und alle möglichen Formen und Gestalten annehmen können, eben wie dies beim Heringsei beschrieben ist. Untersucht man dagegen das Ei von Heliasis chromis in früheren Zuständen, so zeigt es vollständig denselben Bau, der für die andren Eier beschrieben ist. Der Kern wiederholt dieselben Erscheinungen wie bei den früher erwähnten Eiern. Er rückt nach der Peripherie, liegt auch hier endlich unmittelbar unter der Mikropyle, sein Inhalt mischt sich mit dem Inhalt des Eies und als Endresultat dieser Mischung tritt auch hier das reichlich entwickelte Protoplasma oder der Keim und das Deutoplasma oder der Nahrungsdotter auf, welcher zwar ebenfalls aus Dotterkugeln besteht, die aber ein ganz anderes Aussehen haben als die Dotterkugeln des nichtgeschlechtsreifen Eies.

Obgleich auch hier wohl unzweifelhfat aus einem Theil des sich auflösenden Kerns sich eine Kernspindel bilden wird, war das Object zu ungünstig, um dieselbe hier direct nachweisen zu können.

Bei Crenilabrus (C. pavo) hat das geschlechtsreife Ei einen Diameter von 0,7—0,75 Millim. Der Inhalt besteht aus dem nicht vollständig klaren Nahrungsdotter, welcher eine zähflüssige Substanz darstellt, in welcher spärliche kleine Dotterkügelchen suspendirt sind, und dem Keim oder dem Protoplasma. Letzteres deckt den Nahrungsdotter kappenförmig, erreicht der Mikropyle gegenüber seine grösste Höhe und wird, allmählich abnehmend am Aequator zu einer sehr dünnen Schicht reducirt, welche sich über die ganze übrig bleibende Partie des Nahrungsdotters hin fortsetzt. Auch in dem Keim bemerkt man einzelne zerstreute

kleine Dotterkügelchen. Behandelt man das frische Ei mit Essigsäure, dann tritt besonders der Keim scharf hervor. An in Bi- Chrom. Kali von 5 pCt. erhärteten geschlechtsreifen Eiern erscheint (auf Querschnitten) der Keim fein granulirt, das Deutoplasma jedoch so fein (abgesehen von den darin suspendirten Dotterkügelchen), dass es fast homogen aussieht, ähnlich verhält sich das in der KLEINENBERG'schen Pikrinschwefelsäure-Lösung gehärtete Ei, nur erscheint nach Anwendung der erstgenannten Lösung der Keim dunkelbraun, der Nahrungsdotter gelb und lässt also die beiden Theile von einander vortrefflich unterscheiden.

Ich brauche wohl nicht zu wiederhohlen, dass die jüngeren Stadien der Eibildung bei Crenilabrus dieselben Erscheinungen zeigen, wie schon oft beschrieben ist. Nur liess sich hier der Uebergang des Eies aus dem nichtgeschlechtsreifen in den geschlechtsreifen Zustand etwas besser verfolgen. Der Kern zeigt hier dieselben Phasen seiner Rückbildung wie schon mehrfach erwähnt ist; liegt er unmittelbar der Mikropyle gegenüber, dann bildet er besonders nach Färbung mit Beale'schem Carmin, Pikrocarmin, Boraxcarmin u. A. einen unregelmässig rothen Fleck, ringsum von einer verhältnissmässig dicken, unregelmässig gestalteten Schicht Protoplasma's umgeben. Von einer Wand ist nichts mehr zu unterscheiden und der helle, durch die ebengenannten Farbstoffe roth erscheinende Fleck, ist wohl nur der Kernsaft, in welchem die Kernkörperchen aufgelöst sind. Je kleiner der Fleck erscheint, um so mächtiger wird das Protoplasma, seine Ausdehnung nimmt immer zu; gleichzeitig treten die Veränderungen in den Dotterkugeln auf, sie schwinden allmählich und an ihre Stelle tritt die zähflüssige, nicht vollständig klare Masse — der eigentliche Nahrungsdotter. Beide Erscheinungen gehen Hand in Hand und das Endresultat ist der Zustand, wie er beim vollständig geschlechtsreifen Ei beschrieben ist. Ich habe ferner auch noch die Eier von Cyclopterus lumpus, von Hippocampus brevirostris, von Syngnathus acus u. s. w. untersucht und in der Hauptsache immer dasselbe gefunden.

Aus den eben mitgetheilten Beobachtungen ergiebt sich also, dass welche grosse Unterschiede im Bau das geschlechtsreife Eierstocksei auch zeigen möge, dasselbe in bestimmten Phasen seiner Entwickelung bei allen bis jetzt untersuchten Knochenfischen vollkommen dieselbe Structur zeigt, und weiter folgt daraus, dass der Inhalt des geschlechtsreifen Eies bedeutend von dem nichtgeschlechtsreifen abweicht.

Es ist eine bekannte Thatsache, dass das geschlechtsreife Ei der Knochenfische sich von dem nichtgeschlechtsreifen immer dadurch unterscheidet, dass das erstgenannte viel durchscheinender ist. Dieser Zustand tritt, wie wir gesehen haben, dann ein, wenn der Kern in seiner Auflösung begriffen und von dem

Centrum nach der Peripherie vorgerückt, seinen Inhalt — den Kernsaft in welchem vorher sich schon die Keimflecke gelöst haben —, mit dem Eiinhalte vermischt und als dessen Resultat die Spindel, das Protoplasma oder der Keim und das Deutoplasma oder der eigentliche Nahrungsdotter sich ausbildet. Bei den Eiern, welche ankleben oder durch ihre Schwere zu Boden sinken, erreicht die Durchsichtigkeit nie einen so hohen Grad. Der Nahrungsdotter erscheint hier in den meisten Fällen wieder aus einer grössern oder kleinern Zahl von Dotterkugeln in einer geringern oder mächtigern Quantität von Dotterflüssigkeit suspendirt, zusammengesetzt; die Dotterkugeln zeigen aber wie wir gesehen haben, einen ganz anderen Bau als die ursprünglichen Dotterkugeln des unreifen Eies. Nur bei einigen wenigen Eiern (Crenilabrus, Spinachia nach Kupffer) erscheint der Nahrungsdotter klarer und hier sehen wir denn auch die Dotterkugeln allmählich schwinden. Erst bei den pelagisch abgesetzten Eiern erreicht die Durchsichtigkeit des Nahrungsdotters ihren höchsten Grad, derselbe ist vollkommen wasserklar und enthält keine Dotterkügelchen mehr, und diese eigenthümliche Modification des Nahrungsdotters ist wohl nur als eine Anpassungs-Erscheinung zu erklären. Wären die pelagischen Eier nicht so durchscheinend, so würden sie der Vernichtung durch Feinde sehr ausgesetzt sein. Mit dieser Erscheinung steht die ganze Entwickelung in vollem Einklang. In der Einleitung habe ich schon mitgetheilt, dass bei allen bis jetzt untersuchten pelagischen Eiern die Entwickelung sehr schnell verläuft, und dass die Embryonen in einem so frühen Stadium geboren werden, dass das Pigment in den Augen sich noch nicht abgesetzt hat. Die pelagischen Eier bleiben also klar und durchsichtig bis zu den letzten Stadien ihrer Entwickelung und hierin dürften sie wohl den kräftigsten Schutz finden, um nicht durch umringende Feinde verheert zu werden.

Bei Leuciscus rutilus habe ich den Bau des Kernes beim jungen Eierstocksei noch etwas genauer untersucht. Taf. III, Fig. 7 stellt einen Kern eines Eies vor, welches einen Diameter von 0,012 Millim. hatte und bei welchem der Inhalt des Eies noch frei von körnigen Einlagerungen war. Der ziemlich grosse Kern enthält eine nicht umbedeutende Zahl Kernkörperchen, die bis zu 0,008 Millim. im Diameter messen. Die meisten dieser Kernkörperchen enthalten eine etwas grössere, oder zwei bis drei kleinere Vacuolen. Das Fadennetz, welches bei den Amphibieneiern im Kerne so schön entwickelt ist, scheint dagegen bei den meisten Fischeiern nur sehr spärlich vertreten zu sein, denn weder im frischen Zustande untersucht, noch nach Behandlung der Eier mit Osmiumsäure

von 1 pCt. und darauf folgender Tinction mit BEALE'schem Carmin, war es möglich dasselbe deutlich zu machen.

Nach HIS, * dem wir sehr umfangreiche Untersuchungen über den Bau des Eies und dessen Entwickelung verdanken, besteht der Inhalt des Eies aus dem Keim (Keimschicht oder Hauptdotter HIS) und der Rindenschicht nebst Dotterflüssigkeit, zusammen den Nebendotter bildend. Er giebt an, dass (beim Lachs) der Keim vor der Befruchtung schon vorhanden ist und sich beim reifen unbefruchteten Ei, als eine flache, am Rande sich zuschärfende Protoplasma scheibe zeigt, welche ihre äussere Fläche frei der Kapsel zuwendet, während die innere zunächst auf einer Lage von Rindenmasse aufruht. Er theilt weiter mit, dass an den unmittelbar der Bauchhöhle entnommenen, nur in Bauchhöhlenflüssigkeit schwimmenden Eiern, die Beweglichkeit der Dotterkugeln innerhalb der Kapsel noch fehlt, beide sind fest zu einander orientirt und zwar so, dass die Mikropyle etwas excentrisch über dem Keim liegt. Reifende Eier erhalten stets nach ihm sehr zahlreiche Einlagerungen von Nebendotterbestandtheilen, deren Menge so gross werden kann, dass sie den Binnenraum des Eies fast vollständig erfüllen. Im völlig reifen Ei ist der grösste Theil des Nebendotters verflüssigt und nur ein Theil persistirt als organische Rindenschicht.

Es unterliegt wohl keinem Zweifel, dass auch beim Lachs bei dem Untergang des Keimbläschens, wobei sein Inhalt sich mit den Elementen des Dotters mischt, der Keim und der eigentliche Nahrungsdotter geboren wird, denn auch HIS giebt an „die im reifen Ei sehr reichlich vorhandenen, durch Wasser ausfällbaren Eiweisskörper fehlen in früheren Entwickelungsstufen beinahe völlig".

Durchaus unbegreiflich ist mir die Mittheilung von HIS wenn er sagt dass die Nebendotter-elemente Anfangs in der Regel die Charaktere echter Zellen, mit einem durch Carmin färbbaren Kern tragen. Denn mit Recht dürfen wir fragen, woher stammen diese echten Zellen. HIS neigt sich zu der Meinung, dass sie von der Granulosa aus in das Ei eingedrungen sind, wie beim Hühnerei und indem HIS die Granulosazellen von Leucocyten ableitet, muss der Ursprung der in Rede stehenden Zellen in der Eintritt farblosem Blutzellen in dem Ei gesucht werden. Dass HIS zu dieser eigenthümlichen Anschauung gekommen ist, dass die Nebendotterelemente die Charaktere echter Zellen tragen, ist wahrscheinlich wohl zum grössten Theil dem zuzuschreiben, dass er an weniger

---

* HIS, *Untersuchungen über das Ei und die Entwickelung der Knochenfische.* Mit 4 Tafeln. Leipzig 1873.

günstigen Objecten seine Untersuchungen angestellt hat. Ich selbst habe das Lachsei nicht untersuchen können, wohl aber gelegentlich das Ei von Leuciscus rutilus (s. Taf. II, Fig. 6). Hier lässt sich eine Rindenschicht deutlich von den mehr centralen Partien unterscheiden. In der Rindenschicht bemerkt man eigenthümliche, bis zu 0,045 Millim. im Diameter messende Gebilde. Dieselben sind in einem Reticulum abgelagert, welches aus feinem aber spärlichem Protoplasma, mit anderen kleinen Dotterkörnchen gemischt besteht. Dieselben sind durchaus homogen. In jedem dieser Gebilde bemerkt man eine grosse, helle Kugel, einem Kern nicht unähnlich, mit einem oder mit zahlreichen, kleinen glänzenden Kügelchen gefüllt. Anfangs glaubte ich, dass diese Gebilde die His'schen Zellen wären, und die grossen hellen Kugeln Kernen entsprächen. Eine genauere Untersuchung, besonders die Tinktion mit verschiedenen Färbungsmitteln zeigte indessen, dass diese Gebilde wohl nicht als Zellen mit Kernen aufzufassen sind. Pikrocarmin, Methylgrün, Haematoxylin, Osmiumsäure färben alle Binnentheile dieser Gebilde vollständig gleichmässig.

Ausserdem ist der Inhalt viel zu homogen und glänzend, als dass man an Zellen denken kann, so dass es nur eigenthümlich gebildete Dotterkugeln sein können. Diese Beschreibung ist einem Ei entnommen, in welchem der Kern in Auflösung begriffen, also noch nicht geschlechtsreif war. Und dass man in diesen Gebilden wohl keine echten Zellen, sondern nur eigenthümlich gebildete Dotterkugeln erblicken kann, wird klar, wenn man so viel möglich die Eier anderer Knochenfische untersucht. Wohl kein Object ist mehr geeignet der Theorie von His den Boden einzuschlagen als die kristallklaren pelagischen Eier, bei welchen der Dotter völlig durchsichtig, von einer Randschicht nicht mehr die Rede und auch nicht die Spur von zelligen Elementen im Eiinhalt zu erblicken ist. Ausserdem möchte ich fast sagen, dass das Eindringen von den — im Vergleich zu den äusserst kleinen Porenkanälchen immer grossen — Granulosazellen eine Unmöglichkeit ist.

Jeder der die Granulosa untersucht, wird sehen, dass sie immer eine zusammenhangende Schicht bildet, ohne jemals eine Unterbrechung zu zeigen, was doch stattfinden müsste, wenn eine Granulosa-Zelle durch die Eihaut nach innen drang. Die Mittheilungen von His sind um so unbegreiflicher als Gegenbaur * schon 1861 klar und deutlich nachgewiesen hat, dass die Eier der Wirbelthiere mit partieller Furchung keine wesentlich zusammengesetzteren

* C. Gegenbaur, Ueber den Bau und die Entwickelung der Wirbelthiereier mit partieller Dottertheilung, in: Müller's *Archiv.* p. 491—526. Taf. XI, 1861.

Gebilde als die der übrigen Wirbelthiere sind, und nichts Anderes als zu besonderen Zwecken eigenthümlich umgewandelte kolossale Zellen sind, die aber nie diesen ihren Charakter aufgeben. Der Dotter enthält nach ihm niemals Zellen, die sogenannten Dotterzellen sind nur Umbildungsproducte der schon sehr früh vorhandenen Molekel und Körnchen. An der Zusammensetzung des Dotters betheiligen sich nach GEGENBAUR die Granulosazellen in keiner Weise, sie bilden vielmehr eine von der Oberfläche des Dotters scharf abgegrenzte Schicht. LUDWIG *, der GEGENBAUR vollständig beistimmt, hebt wohl mit Recht hervor, dass es wohl kaum zu beweisen sein dürfte und es auch Niemand behaupten wird, dass das Follikel-Epithel an der Ernährung der wachsenden Eizelle keinerlei Antheil nehme, und dass dies GEGENBAUR auch sicherlich nicht sagen, sondern nur auf seine Untersuchungen hin behaupten will, dass die Dotterelemente nicht von aussen her dem Ei zugeführt werden, sondern in dem Ei ihre Entstehung nehmen.

Ich muss hierin GEGENBAUR und LUDWIG durchaus beipflichten. Im Ei selbst nehmen die Dotterelemente ihre Entstehung, wachsen in Zahl und Grösse zu einer gewissen Zeit an, um dann, wenn der Kernsaft sich ihnen beimischt, die gewaltigen Veränderungen zu durchlaufen, welche wir früher beschrieben haben und derer Endresultat die Bildung des Keimes und des eigentlichen Nahrungsdotters ist.

Im Allgemeinen sind die Resultate zu welchen GEGENBAUR gelangt ist, durch andere Forscher wie VAN BENEDEN und — wenn auch in etwas modificirter Weise — ebenfalls von WALDEYER, BROCK und KOLESSNIKOW adoptirt. VAN BENEDEN † sagt „Quant au mode de formation des éléments vesiculaires que renferme le vitellus de l'oeuf mûr, j'ai pu verifier, en tous points les belles observations que M. GEGENBAUR a faites sur ce point."

Nach WALDEYER § dagegen sollen die Granulosazellen zarte Protoplasmafortsätze durch die Porencanälchen in die Randschicht des Dotters hineinsenden. Diese Fortsätze sah er dann an ihrem Ende sich in feine Körnchen auf lösen und aus diesen durch die Auf lösung der feinen Fortsätze der Follikelepithelzellen entstandenen Körnchen sollen dann seiner Meinung nach durch Aufquellung

---

* H. LUDWIG, Ueber die Eibildung im Thierreiche, in: *Arbeiten aus dem Zool.-Zoot. Institut in Würzburg.* T. I, p. 287—510. Taf. XIII—XV, 1874.

† E. VAN BENEDEN, Recherches sur la composition et la significations de l'oeuf; avec 12 planches, in: *Mémoires couronnées et mémoires des savants étrangers de l'acad. royale de Belgique.* T. XXXIV, 1867—1870, p. 1—283.

§ W. WALDEYER, Eierstock und Ei. Leipzig 1870.

die Dotterkugeln des Eies entstehen. Ausser den schon von LUDWIG hervorgehobenen theoretischen Einwendungen kann ich nur sagen, dass ich niemals weder an Isolationspräparaten, noch an feinen Querschnitten feine Fortsätze an den Granulosazellen beobachtet habe, obgleich ich sehr zahlreiche Präparate hierauf untersucht habe. Auch KOLESSNIKOW * betrachtet den Dotter als ein Product des Follikelepithels, er giebt sogar an, dass man die Dotterkörner und Dotterkugeln schon im Follikelepithel des jungen Eies selbst sieht.

BROCK † sagt, dass was er über die Entstehung der Dotterkugeln beobachten konnte, ihm zu einer Bestätigung der Ansicht von GEGENBAUR — dass sie aus feinen Niederschlägen des Dotters nach und nach heranwachsen —, geführt hat. Aber ausserdem giebt er an, dass er ungeachtet aller Schwierigkeiten, welche sich nach dem heutigen Stand unserer Kenntnisse noch nicht beseitigen lassen, dennoch der festen Ueberzeugung ist, dass das Follikelepithel in der That die vornehmste, wenn nicht einzige Quelle für die Ernährung und das Wachsthum des Dotters ist und dies durch die Ausläufer bewerkstelligt, welche es durch die Zona radiata hindurch in den Dotter schickt, wie ich dies schon bei der Granulosa erwähnt habe.

Bekanntlich hat GEGENBAUR § nachgewiesen, dass, wenn der wachsende Dotter sich mit körnigen Einlagerungen erfüllt, die äussere Randschicht sich davon frei erhält und das homogene feinkörnige Aussehen des jungen Dotters bewahrt. Er fand diese Schicht, welche er „helle Randschicht" nennt, bei Vögeln, Selachiern und Reptilien. Bei Knochenfischen thut ihrer HIS (l. c.) zuerst Erwähnung, nachher auch BROCK (l. c.). HIS nennt sie „Zonoidschicht", ein Name den auch BROCK adoptirt hat. Es kommt mir aber höchst fraglich vor, ob das was HIS und BROCK „Zonoidschicht" nennen, wirklich der GEGENBAUR'schen hellen Randschicht entspricht. Zwar grenzt auch bei den Knochenfischen, mit dem Auftreten von zahlreichern Dotterkörnchen, eine äusserste Lage der Dottersubstanz durch geringeren Molekelgehalt von den inneren Theilen sich ab, aber diese Schicht, welche wohl ohne Zweifel der GEGENBAUR'schen „hellen Randschicht" entspricht, zeigt niemals eine mit nur einiger Sicherheit wahrnehmbare radiäre Streifung, wie sie HIS und BROCK erwähnen und

---

* N. KOLESSNIKOW, Ueber die Eientwickelung bei Batrachiern und Knochenfischen, in: *Archiv für mikrosk. Anat.* Bd. XV, p. 382. 1878.

† J. BROCK, Beiträge zur Anatomie und Histologie der Geschlechtsorgane bei den Knochenfischen, in: *Morphol. Jahrb.* Bd. IV, p. 505. 1878.

§ GEGENBAUR, l. c.

erhält sich auch nur so lange als die Dotterkörnchen noch nicht zu zahlreich sind. Nachher ist sie nicht mehr wiederzufinden. GEGENBAUR giebt ebenfalls nichts an über eine radiäre Streifung seiner hellen Randschicht. Ganz anders dagegen lauten die Angaben von HIS, BROCK und auch von KOLESSNIKOW. So sagt HIS, indem er von den Eiern der Barbe spricht: „die Anwendung der Essigsäure trübt die Eisubstanz sehr auffallend und sie veranlasst zugleich eine bemerkenswerthe Scheidung der Eibestandtheile. An den grössern Eiern zieht sich die innere Eisubstanz oder der Hauptdotter zu einer trüben Kugel zusammen und trennt sich durch einen mehr oder weniger breiten hellen Zwischenraum von der Zonoidschicht. Letztere verschmälert sich etwas, wird gleichfalls trüb und erhält ein exquisit radiär streifiges Ansehen." Bei der Beschreibung des Heringseies habe ich eine ähnliche Erscheinung erwähnt und nachher auch an den Eiern von anderen Knochenfischen wiedergefunden, dieselbe aber nur als ein Kunstproduct gedeutet.

Was HIS uns weiter über diese Schicht im Allgemeinen mittheilt, deutet ebenfalls darauf hin, dass sie nur eine künstlich hervorgerufene Bildung ist. So sagt er „Ihre Dicke kann an verschiedenen Stellen desselben Eies wechseln; sie findet sich zuweilen bloss einseitig entwickelt, oder sie ist überhaupt nicht als selbständiger Bestandtheil des Eileibes nachweisbar. In anderen Fällen sind ihre Charaktere sehr ausgeprägt und an den Eiern gleicher Entwickelungsstufe constant. Die physiologische Zusammengehörigkeit dieser Schicht und der porösen Eikapsel ist zwar wahrscheinlich, die genauere Geschichte bei der Bildung ist aber noch zu schaffen."

BROCK der die Zonoidschicht bei *Alburnus lucidus*, *Salmo fario* und *Perca fluviatilis* besonders schön ausgeprägt fand, glaubt, dass man es hier mit einer allgemeineren Erscheinung zu thun hat, und dass die Streifung in vielen Fällen nur darum vermischt wird, weil sie nur in einer bestimmten Entwickelungsperiode deutlich ausgeprägt erscheint. Meist nimmt diese Streifung nach ihm nur einen Theil der Randschicht ein, so dass letztere dann aus zwei Lagen zusammengesetzt erscheint, einer äusseren gestreiften und inneren ebenso breiten homogenen. Die Grenze zwischen beiden Schichten ist eine meist scharf ausgesprochene Linie, welche oft den Anschein erweckt, als ob die gestreifte Schicht durch eine besondere Membran von dem übrigen Dotter getrennt wäre, an anderen Stellen dagegen ist die Trennung so undeutlich, dass sie ohne scharfe Grenze in den Dotter übergeht. Hinsichtlich der Feinheit der Zeichnung steht sie zwischen den Zöttchen und der Zona radiata, ohne jedoch letztere zu erreichen.

Ich habe diese sogenannte gestreifte Zonoidschicht ebenfalls oft an Quer-

schnitten von in Bi-Chrom. Kali, Chromsäure und Osmiumsäure gehärteten Eiern gefunden, ich kann sie aber nur für ein Kunstproduct erklären, das auf ähnliche Weise entstand, als es bei der Einwirkung von Essigsäure auf frische Eier entsteht. Dafür spricht nicht allein ihr sehr inconstantes Vorkommen, sondern auch die Thatsache, dass sie nur in den Stadien deutlich angetroffen wird, in welchen das Ei noch sehr wenig Dotterkugeln enthält, also fast nur aus feinkörnigem Protoplasma besteht, welches bei der Härtung zusammenschrumpfen kann. Denn sobald die Dotterkugeln den ganzen Eiinhalt bilden, nimmt man die gestreifte Schicht nicht mehr wahr, was wohl dem zuzuschreiben ist, dass die Dotterkugeln sich nicht zusammenballen, also auch keinen Raum zwischen Zona radiata und Eiinhalt zur Entwickelung bringen können. Ausserdem zeigt diese sogenannte Zonoidschicht eine ganz andere Structur als die helle Randschicht von Gegenbaur. Nur die innere homogene Lage, von welcher Brock spricht, ist also als das Homologon der hellen Randschicht Gegenbaur's aufzufassen.

Es fragt sich zunächst, ob bei allen Thieren mit grossem Nahrungsdotter der Kern nicht allein verhältnissmässig sehr gross, sondern auch gewöhnlich nicht multinucleolär ist.

Weder Max Schultze * noch Kupffer und Benecke † geben etwas an über den Bau des nichtgeschlechtsreifen Petromyzonten-Eies. August Müller's § Beobachtungen stehen mir nicht zu Verfügung, so dass ich über die Petromyzonten-Eier nur die Mittheilung von Calberla ** anführen kann. Er giebt an, dass „beim jungen und beim noch nicht geschlechtsreifen Ei der Kern nur ein einziges Kernkörperchen enthält. Mit der Vollendung der Umbildung der Larve in das Geschlechtsthier, mit welcher nach Calberla die Umwandlung des Keimbläschens in den Eikern, im Sinne Hertwig's zusammenfällt, hat der Kern, so wie das Kernkörperchen seine scharfen Contouren eingebüsst, es lag gewissermassen nur sein Protoplasma in unregelmässiger Form an der Peripherie. Im Innern dieses Protoplasmahaufens waren allerlei Kerngebilde

* Max Schultze, Die Entwickelungsgeschichte von Petromyzon Planeri. *Verh. der Holl. Maatschappij van Wetenschappen.* T. XI. 1856.

† Kupffer und Benecke, l. c.

§ A. Müller, Verhandl. der Königsb. phys. oecon. Gesellschaft. 1864.

** Calberla, l. c.

zu erkennen (frisch untersucht), die wohl als Abkömmlinge des Kernkörpers aufzufassen sind."

Nun weiss ich aber nicht, was CALBERLA unter „allerlei Kerngebilde" versteht. Ausserdem ist es höchst wahrscheinlich, dass bei den Petromyzonten die Umwandlung des Keimbläschens in den Eikern nicht 1—1½ Monat vor der Reife, sondern erst kurz vor der Laichzeit stattfindet, so dass CALBERLA's Mittheilungen in Bezug auf diese Frage nicht brauchbar sind.

Von den Ganoiden sagt SALENSKY *: „bei Acipenser ruthenus zerfällt der Keimfleck (das Kernkörperchen) bereits frühzeitig in kleine Kügelchen, welche von Haematoxylin stark gefärbt werden; weiterhin werden die Kügelchen immer kleiner und schrumpfen zuletzt völlig." LEYDIG † giebt an, dass das Ei des Störes wie das Primordialei der Knochenfische gebaut ist, und dass das Keimbläschen zahlreiche helle Keimflecke einschliesst.

Ueber den Bau des Keimbläschens beim unreifen Ei der Knorpelfische habe ich in der Literatur sehr wenige Angaben gefunden. BALFOUR § behandelt nur das reife Ei, die Abhandlung von LEYDIG ** steht mir nicht zu Diensten. Nach SCHULTZE †† bietet das Keimbläschen des Torpedo-Eies wenig bemerkenswerthes. Dasselbe stellt nach ihm in allen Entwickelungsstadien ein vollkommen homogenes und durchsichtiges, von einer derben Membran umschlossenes Gebilde dar, welches im reifen Ei eine Grösse von 0,35 Millim. erreicht. Das stets nur einfach vorhandene, fettglänzende und excentrisch gelegene Kernkörperchen wird 0,01 Millim. gross und verschwindet bereits bei Eizellen von 0,5 Mm. Demnach sollte also das Keimbläschen von Torpedo uninucleolär sein.

Dass das Keimbläschen beim Ei der Knochenfische multinucleolär ist, wird von allen Autoren, welche diesen Gegenstand bearbeitet haben, übereinstimmend angegeben; ähnliches gilt von dem Ei der Amphibien, wie aus den Untersuchungen von VAN BAMBEKE §§, GÖTTE *** und O. HERTWIG ††† hervorgeht.

---

* SALENSKY, l. c.

† LEYDIG, Untersuchungen über Fische und Reptilien. 1855.

§ BALFOUR, A monograph of the development of Elasmobranch fishes. 1878.

** LEYDIG, Zur Anatomie und Entwickelungsgeschichte der Rochen und Haie.

†† A. SCHULTZE, Zur Entwickelungsgeschichte des Selachiereies, in: *Archiv für mikrosk. Anatomie.* Bd. XI, p. 569. 187.

§§ VAN BAMBEKE. l. c.

*** GÖTTE, l. c.

††† O. HERTWIG, l. c.

Auch bei den Reptilien ist der Kern multinucleolär, wie uns aus den Untersuchungen von GEGENBAUR * und EIMER † bekannt ist und wovon ich selbst Gelegenheit hatte, mich bei den Schildkröten zu überzeugen §. Dagegen scheint das grosse Keimbläschen bei den Vogeleiern nur ein einziges Kernkörperchen zu enthalten, wie z. B, aus den Mittheilungen von LEYDIG **, WALDEYER †† und LUDWIG §§ hervorgeht. WALDEYER z. B sagt: „der Keimfleck schwindet bereits viel früher; deutlich ist derselbe nur bei ganz jungen Eierstockseiern zu sehen"; und LUDWIG giebt an: „die ganz jungen Eizellen lassen in ihrem Keimbläschen einen Keimfleck erkennen, der aber bald verschwindet." Ebenfalls scheint bei dem Ei der Säugethiere in dem Kern immer nur Ein Kernkörperchen vorzukommen. Dagegen begegnet man bei den Cephalopoden wieder einem multinucleolären Kern, wie KÖLLIKER *** dies schon mitgetheilt hat, und dasselbe gilt von zahlreichen Arthropoden, wie dies genauer bei LUDWIG ††† und BRANDT §§§ nachzusehen ist.

Aus den angeführten Literaturnachweisen geht also zwar hervor, dass das Keimbläschen bei Eiern mit grossem Nahrungsdotter immer sehr gross, aber nicht immer multinucleolär ist. Denn sowohl LUDWIG als WALDEYER theilen mit, dass das *einzige* Kernkörperchen im Vogelei bald schwindet, und ähnliches erwähnt SCHULTZE für das Selachierei.

Dass der Kern zur Zeit der Geschlechtsreife auch bei den Wirbelthieren eigenthümlichen Modificationen unterliegt, aus seiner centralen Lage gegen der Peripherie hin aufrückt, um schiesslich (scheinbar) vollständig zu verschwinden, ist

* GEGENBAUR, l. c.

† EIMER, l. c.

§ BRONN's Classen und Ordnungen des Thierreiches. Bd. VI. 3 Abth. Schildkröten. p. 1880.

** LEYDIG, l. c.

†† WALDEYER, l. c.

§§ LUDWIG, l. c.

*** A. KÖLLIKER, Entwickelungsgeschichte der Cephalopoden. Zürich 1844.

††† H. LUDWIG, Ueber die Eibildung im Thierreiche. Mit 3 Tafeln, in: *Arbeiten aus dem Zool.Zoot. Institut in Würzburg*. T. I. p. 287—510. 1874.

§§§ A. BRANDT, Ueber das Ei und seine Bildungsstätte. 1878. Mit 4 Tafeln.

schon von mehreren Seiten hervorgehoben. So sagt LEREBOULLET * schon von dem Ei der Forelle, wenn es anfängt reif zu werden „la vesicule germinative se déchire et son contenu se disperse au milieu des éléments du vitellus", und ähnliches giebt er auch vom Hecht und vom Barsche an.

Am schärfsten sind wohl die Angaben von OELLACHER †, denn er sagt „Das Keimbläschen des Forelleneies liegt zu einer gewissen Zeit, indem das Ei seiner vollen Reife schon nahe ist, hart an der Oberfläche des in einer Grube gesammelten Keimes. Dort öffnet es sich und mündet somit in den zwischen Eihaut und Keim befindlichen Raum. Seine Mündung erweitert sich nun mehr und mehr, die Membran löst sich nach und nach von dem Inhalt des Keimbläschens los, der dann als Kugel auf dem Boden der so entstandenen Höhle zurückbleibt. Die Höhle verflacht sich immer mehr und mehr, so dass ihr Inhalt mehr und mehr aus dem Keim herausgehoben wird. Wird endlich die Vertiefung, in der der Inhalt des ehemaligen Keimbläschens liegt, völlig ausgeglichen, ja beginnt ein förmliche Umstülpung der auskleidenden Membran, so erscheint dieselbe auf der convexen Oberfläche des Keimes als ein rundes schleierartiges Gebilde ausgebreitet. Dass hier beim Abziehen der Eihaut der aus dem Keim völlig herausgehobene Inhalt des Bläschens verloren geht, ist begreiflich und bedauere ich daher über seine weitere Schicksale keine Aussagen machen zu können."

OELLACHER's Angaben sind mir nicht ganz klar. Beim unreifen Ei liegt sein Inhalt der Zona radiata unmittelbar an, ähnliches gilt auch noch von dem reifen, unentwässerten Ei, ich begreife also nicht, was OELLACHER meint, wenn er sagt: „dort öffnet es (das Keimbläschen) sich und mündet somit in den zwischen Eihaut und Keim befindlichen Raum", denn es befindet sich da kein Raum.

Obgleich ich zahlreiche Knochenfischeier in verschiedenen Entwickelungsstadien untersucht habe, fand ich in dem Stadium, in welchem das Ei noch ein Keimbläschen enthält, den Keim noch nicht vor, ich begreife also nicht, was OELLACHER unter dem Satz versteht: dass das Keimbläschen an der Oberfläche des in einer Grube des Dotters gesammelten Keimes liegt.

Ich habe ferner immer gefunden, dass während der Ortsveränderung des Kernes aus dem Centrum nach der Peripherie die Wand allmählich sich löst und schliesslich nicht mehr zu sehen ist, mit anderen Worten aufgelöst wird

* LEREBOULLET, l. c.

† OELLACHER, l. c.

und so verstehe ich nicht was OELLACHER meint, wenn er sagt, „ja beginnt eine förmliche Umstülpung der auskleidenden Membran." Mir kommt es vor, dass das Keimbläschen der Forelle sich wohl ebenso verhalten wird wie das der anderen Knochenfische und dass also die Angaben von OELLACHER auf ungenauen und fehlerhaften Beobachtungen beruhen.

Dass bis jetzt alle Autoren das geschlechtsreife Knochenfischei als kernlos bezeichnet haben, ist ganz begreiflich, denn nur die ganz pelluciden Eier sind im Stande dem Beobachter zu zeigen, dass in dem Stadium, welches man als kernlos bezeichnete, eine Richtungsspindel vorhanden ist.

Von dem Petromyzonten-Ei (Petromyzon Planeri) giebt CALBERLA * folgendes an: „Im Ammocoetes-Stadium haben wir Eier mit einem Keimbläschen und Keimfleck, das erste wandert zur Zeit der Verwandlung der Larve in das eigentliche Thier an die Peripherie; wahrscheinlich erfolgt kurz nach vollendeter Umwandlung der Larve, an der Eiperipherie die Ausstossung eines Theiles des Keimbläschens, des Richtungskörperchens und nun wandert der neu gebildete Eikern, einen Strang körnerfreien Dotterprotoplasma's von der Eiperipherie nach sich ziehend, mehr dem Eicentrum zu. So finden wir das Ei 1—$1\frac{1}{2}$ Monat vor der Reife. Der Eihaut liegt der Dotter überall mit seiner dünnen, aus dotterkörnchenfreiem Protoplasma bestehenden Rindenschicht dicht an. In der Gegend der äusseren Mikropyle ist diese Rindenschicht, entsprechend einer dort befindlichen Erweiterung des Zwischenraumes zwischen Eidotter und Eihaut, bedeutend verdickt. Von jener verdickten Stelle des dotterkörnchenfreien Protoplasma's geht ein Canal durch körnchenhaltige Dottersubstanz gebildet, in's Eiinnere bis zu dem etwas excentrisch, jedoch eine Strecke von der Peripherie entfernt gelegenen Eikern. Dieser Gang, der Spermagang, ist mit dotterkörnchenfreiem Protoplasma ausgefüllt, welches auch noch den Eikern umgiebt. Am Beginn des Spermaganges an der Dotterperipherie findet sich eine flache Einbuchtung in den körnchenhaltigen Dotter, in deren Mittelpunkt mit scharfer runder Begrenzung der Spermagang seinen Anfang nimmt. Jene runde Oeffnung nenne ich, im Gegensatz zu der gegenüber liegenden Durchbrechung der Eihaut, die innere Mikropyle. Die Hauptmasse des Dotters selbst wird von dem dotterkörnchenhaltigen Dotterprotoplasma gebildet, dessen Elemente dicht an einander gedrängt sind."

Schon SCOTT † bemerkt in seiner vorläufigen Mittheilung über die Entwicke-

* CALBERLA, l. c. p. 446.

† SCOTT, l. c.

lungsgeschichte der Petromyzonten, dass seine Beobachtungen über die Reifungsvorgänge des Eies ihn zu einer von jener CALBERLA's abweichenden Meinung geführt haben. Er glaubt, dass die Umwandlung des Keimbläschens in den Eikern (im Sinne HERTWIG's) nicht mit der Metamorphose zusammenfällt, sondern dass diese Umwandlung erst zur Laichzeit, oder jedenfalls erst kurz vorher, stattfindet; was mir auch, obgleich ich keine Petromyzonten untersuchen konnte, am wahrscheinlichsten ist. Diese Annahme wird nach SCOTT dadurch bestärkt, dass ein Richtungskörper vorhanden ist. KUPFFER und BENECKE beschreiben nur das reife, unbefruchtete Ei, geben aber über die Umwandlung des Keimbläschens in den Eikern bei dem Reifungsvorgang der Eier nichts an, und sprechen auch nicht von dem Vorhandensein eines Eikernes im reifen Ei.

Vom Sterlet (Acipenser ruthenus) sagt SALENSKY *, dass beim reifen, frischgelegten Ei das Keimbläschen seinen Platz im Keime einnimmt und so gross ist, dass man es auf den Durchschnitten schon mit blossem Auge unterscheiden kann; es ist nach ihm wandungslos, besteht aus zähflüssiger, in Spiritus sich erhärtender Substanz und ist nur durch eine dichtere Schicht des Protoleucit (Bildungsdotter) von der übrigen Dottermasse abgegrenzt. Im Dotter kann man nach ihm leicht zwei Theile unterscheiden: den Deutoleucit (Nahrungsdotter) und den Protoleucit (Bildungsdotter), von denen ersterer den mittleren, letzterer den oberen und äusseren Abschnitt des Eies einnimmt. Der obere Theil des Protoleucit entspricht morphologisch dem Keim der Knochenfische. In dem Referat der russischen Abhandlung † über dasselbe Thema, heisst es: An Stelle des Keimbläschens findet sich ein hüllenloser, mit klarem homogenem Inhalt gefüllter Raum (0,3 Mm. Durchmesser „Keimhöhle" S.). Und von den jungen Eizellen wird gesagt „bei der weiteren Entwickelung differenzirt sich das Zellprotoplasma in zwei Schichten, eine centrale körnige, das Kernkörperchen unmittelbar einhüllende, mit Haematoxylin stark sich färbende und in eine periphere, homogene nur sehr schwach sich färbende. Die erstere erscheint anfangs nur sehr schwach entwickelt, nimmt aber mit dem Wachsthum des Eies an Umfang immer mehr zu und übertrifft bald an Stärke die äussere Schicht. Zwischen den gröberen Körnern der inneren Schicht findet sich eine feinkörnige Masse, welche radiär auch in die äussere Schicht eindringt und dieselbe in konische Abschnitte zerlegt. Die letzteren nehmen mit dem Wachsthum des Eies an

* Zur Embryologie der Ganoiden I. Befruchtung und Furchuug des Sterlet-Eis. *Zool. Anzeiger*, 1878. N⁰. 11, p. 243.

† *Jahresb. über die Fortschritte der Anat. und Phys. Literatur.* 1878, 2 Abth. Entwickelungsgeschichte. S. 219.

Umfang ab, indem sie zur Bildung des centralen Theiles verbraucht werden, aus welchem der Nahrungsdotter hervorgeht. Der letztere entsteht mithin nicht an der Peripherie des Eies als äussere Auflagerung auf der primitiven Eizelle, vielmehr geht derselbe unmittelbar aus dem Eiprotoplasma hervor."

Hier finden wir also einen sehr grossen Unterschied von den Knochenfischen, nicht allein ist bei dem vollständig geschlechtsreifen Ei der Ganoiden der Kern noch vorhanden, sondern scheint auch die Bildung des Keimes und des eigentlichen Nahrungsdotters durchaus unabhängig von dem Auflösen des Kernes Platz zu finden.

Ueber das Keimbläschen der Knorpelfische (Raja batis) sagt BALFOUR folgendes: „At one pole of the ripe ovum a slight examination demonstrates the presence of a smal circular spot, sharply distinguished from the remainder of the yolk by its lighter colour than the yolk, and the outer border of which gradually shades into the normal tint of the yolk. If a section be made through this part, the circular spot will be found to be the germinal vesicle, and the area around it a disc of yolk contraining smaller spherules than the surrounding parts. It is quite situated on the external surface of the yolk." Hier rückt das Keimbläschen also ebenfalls nach der Peripherie, ist aber beim reifen Ei noch vorhanden. BALFOUR * glaubt, dass das Keimbläschen schliesslich verschwindet und dass „the contents of the germinal vesicle are about to be absorbed and that the membrane is extruded from the egg."

Ausdrücklich aber sagt er: „My investigations shew that the germinal vesicle atrophies in the Skate (Raja batis) before impregnation, and in this respect accord with very many recent observations."

SCHENK † giebt an, dass man mit der Verflachung des Dotters bei Raja quadrimaculata ein Schwinden des Keimbläschens beobachten kann. Die Vorgänge dieses Schwindens liessen sich wegen Mangel an passendem Materiale nicht in ähnlicher Weise mit derselben Genauigkeit verfolgen wie dies von OELLACHER für die Knochenfische durchgeführt wurde. Nur so viel ist nach SCHENK sicher, dass man in einem bestimmten Stadium an der Stelle des früheren Keimbläschens eine Höhle findet, die nach aussen eine kleine Mündung besitzt.

Ueber das Verhalten des Keimbläschens während der Reifung bei den Eiern

* BALFOUR, A Monograph of the development of elasmobranch fishes.

† SCHENK, l. c.

der Amphibien besitzen wir genauere Mittheilungen von GÖTTE *, HERTWIG † und VAN BAMBEKE §. Bei Bombinator igneus rückt nach GÖTTE das Keimbläschen allmählich gegen die Dotteroberfläche. Dabei füllt es den früheren Raum nicht mehr vollständig aus, sondern liegt geschrumpft an der gegen das Centrum des Eies gekehrten Wand einer Höhle, welche GÖTTE durch eine normale Schrumpfung des Keimbläschens sich bilden lässt, während VAN BAMBEKE und HERTWIG in diesem Hohlraum ein durch die Einwirkung der Härtungsmittel hervorgerufenes Kunstproduct erblicken. Bei noch reiferen Eiern ist nach GÖTTE die Höhle des Keimbläschens spurlos verschwunden und letzteres fest im Dotter eingezwängt. Von der Hülle des Keimbläschens und den Keimflecken sind nur noch einige Reste sichtbar, welche zum Theil schon in dem Rande der umgebenden Dottermasse liegen. Bei vollkommen geschlechtsreifen Eierstockseiern kommt nach GÖTTE bei Bombinator igneus keine Spur eines Keimbläschens mehr vor, an seiner Stelle findet man eine äusserst feinkörnige Masse, welche ohne bestimmte Grenzen in die Dottersubstanz übergeht und dort die Bildung eines gelblichen unregelmässigen Flecks veranlasst. Derselbe wird nach GÖTTE durch die Flüssigkeit hervorgebracht, welche aus dem Innern des Keimbläschens austritt, zwischen ihm und dem Dotter sich ansammelt, nach dem dunklen Pol zur Zeit der Reife durchbricht und daselbst die Pigmentschicht durchreisst.

Auch VAN BAMBEKE giebt an, dass bei fast geschlechtsreifen Eiern das Keimbläschen nach der Peripherie rückt. Bei dem vollständig reifen Ei ist es verschwunden und er glaubt mit NEWPORT „qu'elle se rompe sur place et que son contenu se mélange à la masse vitelline."

Während GÖTTE bei Bombinator das Keimbläschen nicht bis zur Oberfläche emporrücken, sondern an seiner alten Stelle zurückbleiben und zerfallen lässt, giebt O. HERTWIG über die Eier der Amphibien (Rana temporaria und esculenta) an: „dass das Keimbläschen beim Weiterwachsthum des Eies seine Lage verändert, und von Centrum weiter nach der Oberfläche emporrückt, dabei wird die Wand mehr oder weniger stark eingebuchtet. Die ursprünglich der Kernmembran dicht angelagerten Keimflecke, deren Anzahl noch zugenommen hat und sich auf einige Hundert belaufen mag, haben sich fast in ihrer Gesammtheit nach dem Centrum des Keimbläschens zurückgezogen. Je mehr

* GÖTTE, l. c.

† O. HERTWIG, l. c

§ VAN BAMBEKE, l. c.

das Ei sich seiner Reife nähert, um so mehr rückt es nach der Peripherie hin auf, dabei nehmen die Einfaltungen seiner Membran zu, während die Keimflecke im Centrum vollständig zu einem kugelförmigen Haufen dicht zusammen gerückt sind. Bei aus der Bauchhöhle entnommenen Eiern konnte er vom Keimbläschen keine Spur mehr nachweisen. Trotz vielfacher Bemühungen gelang es ihm nicht, Zwischenstadien aufzufinden, welche diesen Befund mit den zuletzt beschriebenen Bildern hätten verknüpfen und Aufschluss geben können über die Art und Weise, auf welche der vollständige Untergang des Keimbläschens herbeigeführt wird. Am unbefruchteten Ei hat er ausserhalb des Dotters keine Reste vom aufgelösten Keimbläschen nachweisen können.

Dass auch bei Reptilien, Vögeln und Säugethieren das Keimbläschen gegen die Geschlechtsreife aus seiner centralen Stellung, welche es bisjetzt einnahm, nach der Peripherie hin aufrückt, ist uns durch zahlreiche Forscher schon mitgetheilt, wie dies bei OELLACHER * genauer nachzulesen ist. Es ist aber höchst wahrscheinlich, dass es wohl nie aus dem Ei eliminirt wird, sondern dass, wie bei den Knochenfischen, aus einem kleinen Theile seines Inhaltes sich eine Richtungsspindel bilden wird, während der überaus grösste Theil sich mit dem Eiinhalt mischt. In wie weit hier auch, wie bei den Knochenfischen, unter dieser Mischung der eigentliche Keim — das Protoplasma — geboren wird, bleibt künftigen Untersuchungen vorbehalten. Bei den Knochenfischen haben wir gesehen dass der Keim immer schon vor der Befruchtung vorhanden ist, und ich werde auf diesen Punkt im nächsten Capitel noch näher zurückkommen, indem wir da die Frage weiter besprechen müssen, welche Veränderungen an dem Keim auftreten, wenn das Ei im nicht besamten Wasser kürzere oder längere Zeit verweilt. Hier nur so viel, dass fast alle eingehendere Beobachtungen dahin übereinstimmen, dass, welche Differenzen im Uebrigen auch existiren mögen, bei der ersten Sonderung von Bildungs- und Nahrungsdotter die Mitwirkung des Sperma nicht erforderlich ist, indem der Keim schon vor der Befruchtung vorhanden ist. Nur beim Heringsei sollte nach KUPFFER der Keim unter dem combinirten Einfluss von Seewasser und Sperma entstehen.

Ueber die Sonderung des Keimes liegen bis jetzt nur wenige Mittheilungen vor. Indessen sagt LEREBOULLET † schon: „les premiers temps de l'évolution de l'oeuf de la truite après la fecondation, sont caracterisés par l'accumulation vers l'un

* OELLACHER, Beiträge zur Geschichte des Keimbläschens im Wirbelthiereie, in: *Archiv für Mikrosk. Anatomie.* Bd. VIII, p. 1. 1872.

† LEREBOULLET, l. c.

de ses pôles des éléments formateurs qui se trouvaient auparavant dispersés dans le vitellus. Ces éléments formateurs ont été fournis par la vésicule germinative, véritable sphère génératrice, qui prépare les premiers matériaux dont le germe devra se composer''. Und vom Hecht heisst es „la vésicule germinative est avant sa disparation remplie de corpuscules de nature diverse. Elle est remplacée par des amas granuleux, jaunâtres, qui se composent des mêmes éléments que la vésicule et sont le résultat de sa déchirure. Les amas jaunâtres, qui occupaient d'abord la place occupée auparavant par la vésicule germinative, se dispersent dans l'oeuf sous la forme de flacons jaunâtre pale. Ces flacons se composent de très petits corpuscules brillants, dispersés au milieu d'une matière granuleuse amorphe quelle constitue avec les brillants la substance plastique de l'oeuf.'' Wenn auch in vielen Beziehungen diese Beschreibung ungenau und fehlerhaft ist, so folgt doch eines daraus, dass nämlich schon LEREBOULLET das Keimbläschen eine grosse Rolle bei der Bildung des Keimes spielen lässt.

Nach GEGENBAUR * ist der sogenannte Nahrungsdotter das Product einer weiteren Entwickelung der Dotterbläschen, während der sogenannte Bildungsdotter nach ihm durch jüngere Dotterelemente repräsentirt wird, die den früheren Zuständen des gelben Dotters entsprechen.

Und VAN BENEDEN sagt † „les éléments vésiculaires du vitellus d'un oeuf mur ne sont que des granules vitellins modifiés; la cellule-oeuf, puisant dans le sang qui la baigne les éléments dont elle a besoin, élabore un produit particulier, qui est de la substance nutritive, absolument comme toute autre cellule glandulaire puise dans le liquide nourricier les matériaux nécessaires à l'éboration des produits qu'elle secrète.

Rückblick und Zusammenfassung. Wenn wir jetzt noch einmal die erhaltenen Resultate überblicken, so ergiebt sich folgendes.

Bei den Knochenfischen entstehen die Primordialeier durch Einstülpung vom Keimepithelium aus.

Sehr viele Knochenfischeier haben die Eigenschaft, wenn sie in vollständig geschlechtsreifem Zustande mit (See)-Wasser in Berührung kommen, anzukleben, andere dagegen werden pelagisch abgesetzt, während noch andere durch

---

* GEGENBAUR, l. c.

† VAN BENEDEN, l. c.

ihre Schwere zu Boden sinken. Es scheint, dass bei den erstgenannten Eiern die Zona radiata sich immer in zwei Schichten differenzirt, und es ist die äussere, welche das Ankleben bedingt. Diese Schicht kann entweder mit der inneren in continuirlichem Zusammenhang stehen, und sich gleichmässig von dieser abheben, wenn das Ei in die in Rede stehenden Verhältnisse gebracht wird — wie beim Hering und Crenilabrus — oder sie zeigt sich in der Gestalt von Zöttchen, welche ebenfalls über die ganze Eioberfläche angetroffen werden, — wie bei der Schleie und beim Barsch —, oder sie bildet lange eigenthümliche, fadenförmige Anhänge, welche nur an bestimmten Stellen und wie es scheint, gewöhnlich dort, wo die Mikropyle liegt, entspringen (Belone, Heliasis, Gobius, Blennius). Welche Form die äussere Schicht auch annehmen möge, sie hat mit dem übrigen Theil der Zona immer gleichen Ursprung, sie ist nichts als ein Teil der Zona selbst, welche früher oder später eigenthümlichen Umbildungen unterliegt.

Es spricht alles dafür, dass die Zona radiata eine wahre Dotterhaut repraesentirt.

Das Knochenfischei ist immer durch eine Granulosa bekleidet. Dieselbe ist immer einschichtig und ist nichts anders als der Theil des Keimepithels, welcher bei der Bildung der Primordialeier durch Einstülpung von Zellenschläuchen mit nach innen rückt. Gegen das Ende der Geschlechtsreife tritt in den Granulosa-Zellen eine Art von fettiger Degeneration auf, welche als eine den Austritt des Eies aus den Folliculi befördernde Erscheinung betrachtet werden darf.

Die Mikropyle stellt eine offne Pforte dar, an welcher man zwei Oeffnungen unterscheidet, die äussere ist ziemlich weit, die innere, welche auf eine papillenförmige Hervorragung der Zona ausmündet, ist sehr eng. Das Lumen des unteren Theils des Mikropylenkanales steht zu dem Diameter des Kopfes des Spermatozoon derart, dass niemals mehr als ein Spermatozoon zu gleicher Zeit den in Rede stehenden Kanal passiren kann.

Bei den Primordialeiern besteht der Inhalt aus einer homogenen, durch Essigsäure gerinnenden und dann fein granulirt erscheinenden Masse, der grosse Kern enthält nur ein einziges, grosses Kernkörperchen. Schon bei sehr jungen Eiern, bei welchen der Inhalt noch vollständig dem des Primordialeies gleicht, trifft man in dem Kern schon mehrere Kernkörperchen an. In den Eiern, welche für die nächste Generation bestimmt sind, fangen sich allmählich Dotterkörnchen an abzusetzen, bis sie schliesslich mit Ausnahme des Kernes den ganzen Inhalt des Eies bilden, nur die kleinen durch die unmittelbar aneinander liegenden, grösseren und kleineren runden Dotterkörner und Dotterkugeln offen gelassenen Lücken werden durch das noch vorhandene Protoplasma ausgefüllt. Es spricht alles dafür, dass die Dotterkörner und Dotterkugeln im Ei

selbst entstehen und sich auf Kosten des Protoplasma bilden und nähren. Dass die Granulosazellen Ausläufer durch die Porenkanälchen in das Ei schicken, wurde niemals beobachtet.

In dem eben erwähnten Stadium sind die Eier alle undurchsichtig und trübe und auch die im geschlechtsreifen Zustande so kristallklaren, pelagischen Eier von Scorpaena, Julis, Serranus, Fierasfer, durchlaufen die in Rede stehenden Stadien. In dem sehr grossen Kern vermehren sich fortwährend die Kernkörperchen.

Gegen die Zeit der Geschlechtsreife rückt der Kern aus seiner centralen Lage, die er bis jetzt einnahm, zur Peripherie. Während seiner Ortsveränderung legt sich die anfangs glatt erscheinende und prall gespannte Kernmembran in Falten, wird stets dünner und dünner und verschwindet endlich vollständig; die schon zahlreichen Kernkörperchen werden immer noch zahlreicher, dabei aber kleiner und kleiner, bis sie schliesslich nicht mehr wahrzunehmen sind, so dass man wohl gezwungen wird, anzunehmen, dass sie sich in dem Kernsaft lösen. Endlich liegt der Kern als eine wandlose, unregelmässig gestaltete, zähflüssige, fast homogen erscheinende Masse der Zona radiata unmittelbar an und immer gerade unter der inneren Oeffnung des Mikropylenkanals, und diese Masse, der Kernsaft, in welchem sich die Kernkörperchen gelöst haben, fängt jetzt an, sich mit dem Eiinhalt zu mischen. Unter dieser Mischung gehen gewaltige Veränderungen vor sich und als Endresultat dieser Mischung wird die Richtungsspindel, der Keim und der eigentliche Nahrungsdotter geboren. Bei den vollständig pelluciden Eiern von Scorpaena werden alle Dotterkugeln wieder gelöst und bildet der Nahrungsdotter eine überaus klare, halbflüssige Masse, bei Julis, Serranus, Fierasfer enthält der vollständig klare Nahrungsdotter ausserdem eine grosse, glänzende Oelkugel; bei Crenilabrus ist der Nahrungsdotter nicht mehr vollkommen pellucid, sondern enthält schon einige kleine, nicht zahlreiche Dotterkörner, beim Hering und bei Heliasis enthält der Nahrungsdotter eine sehr grosse Zahl von Dotterkugeln, die aber durch ihre viel bedeutendere Grösse, viel weniger glänzendere Erscheinung und ganz anderes Aussehen sofort von den Dotterkugeln des unreifen Eis sich unterscheiden.

Die Richtungsspindel liegt mit ihrem peripheren Pol unmittelbar unterhalb der inneren Mündung des Mikropylenkanals; am schönsten ist sie bei Scorpaena zu sehen, wo sie eine Länge von 0,025 mm. bei einer Breite von 0,0145 mm. hat, ihre longitudinale Achse macht mit der des Eies einen Winkel von 45°; weniger schön ist sie schon bei Julis, während die Eier von Crenilabrus, Heliasis, Gobius, Blennius, Belone, dem Hering u. A. viel zu ungünstige Objecte sind, um hier die Richtungsspindel sehen zu können.

Die Gestalt des Keimes ist bei dem geschlechtsreifen, dem Weibchen entnommenen, unentwässcrten Ei bei verschiedenen Knochenfischen sehr verschieden. Bei Julis umgiebt er als eine verhältnissmässig dicke Schicht den ganzen Nahrungsdotter, um an dem Mikropylenpol seine grösste Höhe zu erreichen. Bci Scorpaena deckt er den Nahrungsdotter kappenförmig an dem einen Pol — dem Keim-od. Mikropylenpol, — er erreicht gegenüber der Mikropyle seine grösste Höhe, von dort nimmt er zum Aequator allmählich ab, und verschwindet hier fast gänzlich, um dann an dem gegenüberliegenden Pol eine zwar sehr dünne, dennoch deutliche Schicht zu bilden. Ziemlich ähnlich verhält sich der Keim bei Crenilabrus.

Beim Hering und bei Heliasis bildet er eine nicht sehr breite Schicht unter der Mikropyle und breitet sich in unregelmässigen dünneren und dickeren Zügen zwichen den Dotterkugeln durch das ganzc Ei hin aus. Die Richtungsspindel liegt also immer in dem Keim.

Kupffer's Angabe, dass beim Hering der Keim erst unter dem combinirten Einfluss von Salzwasser und Sperma entsteht, beruht auf einer ungenauen Beobachtung, wie aus Querschnitten am deutlichsten hervorgeht; nur liegt beim nicht befruchteten Heringsei wie bei dem von Heliasis der Keim zum grössten Theil noch zwischen den Dotterkugeln hin zerstreut, wie dies wahrscheinlich bei allen Eiern der Fall sein wird, in welchen der Nahrungsdotter nicht aus flüssigen Bestandtheilen, sondern zum grössten Theil aus grösseren und kleineren Dotterkugeln besteht. Dass bei den pelagischen Eiern die Dotterkugeln wieder vollständig gelöst werden und der Nahrungsdotter bei den geschlechtsreifen Eiern durchaus klar und durchscheinend ist, muss wohl als eine Anpassungs-Erscheinung betrachtet werden, und die ganze Entwickelungsgeschichte steht damit in vollem Einklang, indem dieselbe überaus schnell verläuft.

IV. Die ersten Entwickelungsvorgänge in den befruchteten Eiern.

Künstliche Befruchtung habe ich an den Eiern des Zuiderzeeherings, und in der zoologischen Station in Neapel an den Eiern von Scorpaena scrofa und porcus, Julis vulgaris, Crenilabrus pavo und Heliasis chromis angestellt. Die schönsten Eier für diese Versuche sind wohl die von Scorpaena. Die Eier von Scorpaena sind äusserst zart. Die gewöhnliche Manipulation, dieselben durch leichtes Streichen dem Weibchen auszudrücken, erweist sich hier als nicht gut anwendbar, indem sie dadurch viel zu sehr misshandelt werden. Man ist hier genöthigt den ganzen Bauch und den Ovarialsack aufzuschnei-

den, und dann das Weibchen in ein Gefäss mit Seewasser zu tauchen, um so durch leichtes Drücken die Eier nach aussen sich entleeren zu lassen. Dringend nöthig ist es zu diesen Versuchen durchaus kräftige und lebendige Thiere zu nehmen, denn wenn die Thiere, auch im Falle sie noch lebendig sind, nur etwas gelitten haben, trifft man in den meisten Eiern schon eigenthümliche krankhafte Veränderungen an.

Aehnliches gilt auch von den Männchen, nur kann man hier durch zartes Streichen das Sperma ausdrücken und in ein Uhrgläschen auffangen. Die Spermatozoa sterben aber ebenfalls sehr bald ab und nach 30 Minuten zeigten sie, in Seewasser aufbewahrt, keine Bewegungen mehr.

Wir haben schon gesehen, dass bei den Eiern von Scorpaena die Kernspindel unmittelbar der Mikropyle gegenüber liegt und nur in vereinzelten Fällen etwas neben derselben angetroffen wird, ebenfalls haben wir schon die Ausbreitung und die Gestalt des Keimes beim nicht befruchteten Ei beschrieben. Wir müssen also erst den Erscheinungen nachgehen, welche auftreten, wenn das Ei mit besamtem Wasser in Berührung kommt und nachher diejenigen beschreiben, welche das Ei zeigt, wenn es in unbesamtem Wasser liegt.

Bringt man eine Portion Eier unter das Mikroskop und sucht man sich ein Ei aus, an welchem man die Spindel recht gut sieht, fügt man dann den Eiern ein Tröpfchen Seewasser, in welchem sich einige Spermatozoa befinden hinzu, dann bemerkt man wie dieselben bald um die Zona radiata sich bewegen. Gewöhnlich befinden sich innerhalb einer Minute schon einige in der äusseren Mündung des Mikropylenkanales und bald darauf bemerkt man, wie sie beschäftigt sind tiefer in den in Rede stehenden Kanal einzudringen. Bekanntlich verengert sich die Mikropyle schnell so sehr, dass nur ein einziges Spermatozoon zu gleicher Zeit durch dieselbe hindurch dringen kann. Nach einem kurzen Kampf gelingt es denn auch bald *einem* sich tiefer in den Kanal einzubohren und ungefähr 7—8 Minuten, nachdem man den Eiern die Spermatozoa zugefügt hat, ist dieses nahezu so tief in den Kanal eingedrungen, dass es den Keim, vielleicht die Spindel selbst, — ich konnte dies nicht genau bestimmen — berührt. Das weitere Eindringen des Spermatozoon liess sich, ungeachtet aller Mühe, nicht weiter verfolgen. Kaum aber ist das Spermatozoon so tief in den Mikropylenkanal eingedrungen, dass es den Keim berührt, so fangen gleichzeitig auch die ersten Erscheinungen am Keim und an der Kernspindel sich abzuspielen an. Um den unteren Pol der Spindel bildet sich nämlich ein kleiner heller Protoplasmahof, ob ähnliches auch am oberen Pole statt findet, weiss ich nicht, denn derselbe liegt der inneren Mündung des Mikropylenkanales so nahe an, dass es nicht möglich ist, mit Bestimmtheit nachzuforschen, was hier vor sich geht. Die Proto-

plasmakörnchen welche bis jetzt im Keime nur regellos verbreitet liegen, gruppiren sich allmählich mehr und mehr in deutlichen Radien um die beiden Pole der Spindel, besonders deutlich um den kleinen hellen Protoplasmahof des unteren Poles, kurz, es kommt zu der Bildung der weitaus bekannten karyolitischen Figuren, die durch Fol in seinen ausgezeichneten Untersuchungen als „Amphiaster de rebut" bezeichnet sind. Kaum nachdem die Sonnen deutlich geworden, oder zu gleicher Zeit bemerkt man, dass der Keim sich auch schon zu contrahiren anfängt. Bei einem Ei, bei welchem vor der Befruchtung die Axe des Keimes 0,048 Millim. hoch war, mass dieselbe nach 10 Minuten (ich werde immer von dem Zeitpunkt anrechnen, in welchem die Spermatozoa den Eiern beigefügt sind) schon 0,051—0,052 Millim.

Jetzt treten auch die Veränderungen an der Spindel selbst ein, es ist als ob sie erst etwas kürzer und dicker würde, dasselbe gilt auch von der Kernplatte (Taf. II, Fig. 9); dies dauert aber nur sehr kurze Zeit, denn alsbald nehmen die Spindel und die Kernplatte ihre frühere Gestalt wieder an. Gleich darauf verlängern sich die Stäbchen der Kernplatte und von jetzt an wird die Spindel selbst allmählich dünner und länger. Nach 12—15 Minuten bemerkt man, dass die Kernplatte sich getheilt hat. Die Axe des Keimes hat dann schon eine Höhe von 0,75 Millim. erreicht, während die Sonnenfiguren, besonders diejenigen um den unteren Pol der Spindel immer deutlicher und schärfer hervortreten. Die Spindel, welche vor der Befruchtung 0,025 Millim. lang war, hat in diesem Stadium eine Länge von 0,029 Millim. erreicht.

Ich will hier nur noch hervorheben, dass es bei den Eiern von Scorpaena zur Bildung eines nur sehr kleinen Raumes zwischen Eihaut und Eiinhalt kommt, und dass dieser Raum eigentlich erst dann deutlich zu unterscheiden ist, wenn das Ei sich zur Theilung vorbereitet. In der ersten Stunde ist von einem Eiraum (Breathing-chamber Ranson) kaum die Rede, und wenn er auch spurweise auftritt, so lässt er sich doch nie in der Umgebung des Mikropylenpoles nachweisen.

Wir wissen, dass bei den niedren Thieren die am peripheren Pol der Spindel angesammelte homogene Substanz sich über die Oberfläche hervorwölbt und einen kleinen Hügel bildet, dessen Basis von der peripheren Strahlung der Spindel umgeben ist. Nach einiger Zeit verlängert sich der Hügel und nimmt eine concentrische Form an. Aus dem Hügel entsteht so ein kleines Kügelchen, das homogenes Protoplasma enthält und einzelne wenige Protoplasmakörnchen einschliesst. Wir wissen ferner, dass das Kügelchen sich nachher abschnürt und so das erste Richtungskörperchen bildet. Genau dasselbe findet nun auch bei Scorpaena statt. Indem aber hier zwischen dem am Mikropylenpol sich contrahirenden

Keim und der Zona radiata kein Raum besteht, die Spindel aber unmittelbar der inneren Mündung des Mikropylenkanales gegenüber liegt, ist der einzige Weg, den das Richtungskörperchen nehmen kann, deshalb auch nur der Mikropylenkanal. Sobald die ersten Veränderungen an der Kernplatte auftreten, sieht man, dass innerhalb des Mikropylenkanales etwas nach aussen zu quellen beginnt. Es ist eine helle, zähflüssige protoplasmatische Substanz, die einzelne wenige kleine Körnchen einschliesst, anfangs durch ihre Elasticität sich vollkommen der Form des Mikropylenkanales anschmiegt, sobald sie aber an der äusseren Mündung des Mikropylenkanales angelangt ist, Kugelgestalt annimmt. Nach 25—30 Minuten bemerkt man schon an der äusseren Mündung des Mikropylenkanales ein kleines Kügelchen, das mittelst eines Stieles sich nach innen fortsetzt: dies ist das sich abschnürende Richtungsbläschen. Indem also das sich abschnürende Richtungsbläschen durch den Mikropylenkanal nach aussen tritt, verstopft es diesen Kanal und macht den Zutritt für andere Spermatozoa unmöglich.

Taf. II, Fig. 10 stellt den Keim 25 Minuten nach der Befruchtung vor, die Höhe der Axe des Keimes beträgt dann 0,088 Millim.

Etwa nach 30—35 Minuten hat die Kernspindel eine sehr längliche, schmale Form angenommen. Die Länge der Spindel beträgt dann 0,042 Millim., ihre Breite 0,0075 Millim.; es lassen sich kaum noch drei bis vier äusserst feine und zarte Fasern an der Spindel unterscheiden, während die Kernplatte verschwunden ist (vergl. Taf. II, Fig. 12). Am centralen Pole der Spindel bemerkt man jetzt aber ein sehr kleines Kernchen, dasselbe ist an frischen Objecten durchaus homogen, nach Essigsäure-Behandlung zeigt es ein von Körnchenhaufen und netzartigen Strängen durchsetztes Aussehen. Rings um das Kernchen stehen die Protoplasma-Körnchen des Keimes in dichten Radien. Am peripheren Pol ist die Sonne fast verschwunden. Die Spindel selbst ist oft etwas mehr zur Seite gerückt und liegt nicht mehr genau unterhalb der Mikropyle. Das am centralen Pole der Spindel gebildete Kernchen, ist wohl ohne Zweifel der Eikern. (Eikern: Hertwig, Pronucleus femelle: van Beneden, Fol). Unmittelbar unterhalb der inneren Mündung der Mikropyle ist eine zweite, kleine Sonne entstanden. Das Centrum dieser Sonne liegt ungefähr 0,016—0,017 Millim. unterhalb der inneren Mikropylenmündung. Die Höhe der Keimaxe beträgt jetzt 0,095 Millim. Nach 40 Minuten ist die Spindel verschwunden. Anstatt derselben bemerkt man jetzt zwei Kernchen, von welchen das eine etwas grösser als das andere ist (vergl. Taf. II, Fig. 13). Um beide stehen die Protoplasma-Körnchen in scharf ausgeprägten Radien. Das eine Kernchen liegt an der Stelle, wo sich noch vor einige Minuten der centrale Pol der allmählich

reducirten Spindel befand; der Ursprung des zweiten kleineren Kernchens ist mit vollkommener Sicherheit nicht anzugeben. Aus Allem aber was wir jetzt über die Befruchtung bei den niedren Thieren wissen, sind wir, wie ich glaube, vollkommen berechtigt, dasselbe als von dem eingedrungenen Spermatozoon herrührend, also als Spermakern (Spermakern: O. HERTWIG; Pronucleus mâle: v. BENEDEN, FOL) zu betrachten, um so mehr, als es unmittelbar der Stelle gegenüber liegt, an welcher das Spermatozoon durch den Mikropylenkanal in den Keim eingedrungen ist. Die Höhe des Keimes beträgt jetzt 0,102 Millim. (Axenhöhe). Das aus dem Mikropylenkanal austretende Richtungsbläschen ist allmählich grösser geworden und liegt als ein 0,025—0,028 Millim. im Diameter messendes Bläschen frei der äusseren Mikropylenmündung auf, um bald darauf durch das umringende Seewasser fortgespült zu werden.

Die beiden Kernchen werden jetzt allmählich grösser und grösser und bewegen sich nach einander zu, in der Art, dass der Spermakern in einer Richtung centralwärts rückt, welche senkrecht auf dem Mikropylenkanal steht, der Eikern dagegen in einer Richtung zum Centrum rückt, welche mit der Spindel ungefähr einen Winkel von 90° macht. Nach 60—70 Minuten liegen die beiden Kerne unmittelbar unter einander, der Spermakern oben, der Eikern unten (vergl. Taf. II, Fig. 14). Die Protoplasmakörnchen bleiben dabei immer in deutlichen Radien gruppirt. Beide Kerne sind dann ungefähr gleich gross, ihr Diameter beträgt 0,0135 Millim. Frisch untersucht sind sie immer noch vollkommen homogen, zeigen aber nach Essigsäure-Zusatz dieselbe ähnliche Structur wie oben angegeben ist. Die Höhe-Axe des Keimes beträgt dann 0,160—0,165 Millim. Die beiden Kerne liegen gerade in der Ei-resp. Keimaxe, was wohl nicht anders möglich ist, denn der Spermakern, der unmittelbar unterhalb der Mikropyle sich gebildet hat, also in der Eiaxe selbst, ist der Axe folgend, centralwärts und ist auf seinem Wege so weit vorgerückt, bis er auf den ebenfalls centralwärts gewanderten Eikern stösst. Die beiden Kerne begegnen sich ungefähr in der Mitte der Axe des Keimes.

Der Keim ist jetzt fast vollkommen an dem einen Pol, dem Keimpol, concentrirt und hat mehr und mehr die Gestalt einer bi-convexen Linse angenommen. Ungefähr nach 80—90 Minuten haben beide Kerne an Grösse noch etwas zugenommen, der Diameter eines jeden beträgt jetzt ungefähr 0,016 Millim. Dabei sind sie immer noch etwas centralwärts gerückt. Jetzt beginnen die beiden Kerne mit einander zu verschmelzen. Kaum aber ist die Verschmelzung eingetreten, so sind sie am frischen Object nur noch einige Secunden zu sehen, um darauf scheinbar spurlos zu verschwinden.

Behandelt man aber die Eier in diesen Stadien mit Essigsäure, dann nimmt

man folgendes wahr: Während es noch deutlich zu sehen ist, dass die Kerne eben im Begriffe sind, mit einander zu verschmelzen, bilden die so mit einander conjugirenden Kerne sich wieder zu einer Kernspindel um. Dabei wird gleichzeitig die Gruppirung der Protoplasmakörnchen eine andere. Bis eben vor der Verschmelzung standen sie noch in dichten Reihen rings um die aneinander liegenden Kerne. Mit der Umbildung der conjugirenden Kerne in eine neue Spindel rücken sie wieder nach den Polen hin. Die in Rede stehende, neu gebildete Spindel mit den an ihren beiden Polen als Sonnen gruppirten Protoplasmakügelchen liegt in der Eiaxe (Vergl. Taf. II, Fig. 15). Demnach ergiebt sich also, dass die beiden conjugirenden Kerne in demselben Moment, in welchem sie mit einander verschmelzen, sich gleichzeitig zu einer ersten Theilung vorbereiten. Die weiteren Erscheinungen dieser ersten Theilung werde ich im nächsten Kapitel genauer beschreiben. Obgleich nun der Keim in diesem Stadium vollständig am Mikropylenpol (Keimpol) sich contrahirt hat, setzt er sich immer noch mit einer dünnen Schicht um den ganzen Nahrungsdotter hin fort.

Ich habe angegeben, dass die beiden neu entstandenen Kerne in der Eiaxe einander begegnen, und wohl in der Art, dass der Spermakern oben, der Eikern unten liegt. So wenigstens sind die Verhältnisse in den meisten Fällen, es kommt indessen auch vor, dass die Kerne nicht unter einander, sondern neben einander liegen, und dies wird natürlich dann stattfinden müssen, wenn der Eikern sich etwas langsamer dem Spermakern zubewegt.

Sehr schwierig ist es mit Bestimmtheit zu sagen, ob nur ein einziges oder zwei Richtungsbläschen ausgestossen werden. Verschiedene Male nämlich habe ich gesehen, dass, wenn das aus dem Mikropylenkanal ausgetretene Richtungsbläschen Kugelgestalt angenommen hatte, und durch das umringende Seewasser fortgespült wurde, nachher wiederum eine protoplasmatische Substanz aus dem Mikropylenkanal auszuquellen beginnt und dieselben Erscheinungen wiederholt wie das erstgenannte Körperchen. In anderen Fällen dagegen sah ich nur ein einziges Richtungsbläschen und dann war dasselbe grösser als in den Fällen, wo zwei ausgestossen wurden.

Die Erscheinungen, welche auftreten, wenn das Ei in unbesamtem Wasser liegt, lassen sich nicht leicht zusammenfassen, und es scheint mir, dass dieselben vielleicht zum Theil von dem mehr oder weniger vollständig geschlechtsreifen Zustande abhängig sind. Wie bei den befruchteten Eiern, entwickelen sich auch bei den nicht befruchteten nur Spuren eines Eiraumes. Bei den meisten Eiern,

welche in unbesamtem Wasser liegen, concentrirt sich der Keim auch allmählich mehr und mehr und wird ebenfalls ein Richtungskörperchen ausgestossen, dabei ist aber die Zeit, während welcher sich diese Erscheinungen abspielen, ziemlich grossen Schwankungen unterworfen. Ich habe Eier gesehen, in welchen schon nach 4 Stunden das Richtungskörperchen ausgetreten war und der Keim sich so bedeutend contrahirt hatte wie beim befruchteten Ei, das sich zur Theilung vorbereitet. Bei anderen Eiern war nach 4—6 Stunden die Spindel noch deutlich zu sehen und doch hatte sich der Keim schon bedeutend an dem Mikropylenpol bis zu einer Höhe von 0,080 Millim. (Axenhöhe) concentrirt. Ich habe endlich Eier gesehen, bei welchen auch nach 24-stündigem Liege in unbesamtem Wasser, keine Spur von Veränderung eingetreten war. Wie die Spindel sich bei dem Ausstossen des Richtungskörperchens am unbefruchteten Ei verhält, weiss ich nicht. Nachdem die Spindel verschwunden und das Richtungskörperchen ausgetreten war, habe ich von einem Eikern mit Sicherheit nie etwas gesehen.

Aus dem Mitgetheilten geht also nur hervor, dass die Concentration des Keimes am Mikropylenpol und das Ausstossen des Richtungsbläschens unabhängig von einander und unabhängig von der Befruchtung stattfinden kann.

Ungefähr dieselben Erscheinungen wie an den Eiern von Scorpaena treten an den Eiern von Julis (J. vulgaris) auf, wenn man denselben ein Tröpfchen Seewasser beifügt, worin sich einige Spermatozoa befinden. An den nicht befruchteten, unentwässerten Eiern hat der Keim eine Axenhöhe von 0,030 Millim. Die Spindel ist am nicht befruchteten Ei wohl zu sehen, aber bei weitem nicht so deutlich wie bei Scorpaena. Ungefähr 10—15 Minuten, nachdem das Ei befruchtet ist, tritt die Spindel viel schärfer hervor, wahrscheinlich ist dies dem zuzuschreiben, dass die Protoplasmakörnchen sich in Radien um die beiden Pole, besonders um den unteren gruppiren. Der Keim hat sich dann schon etwas am Mikropylenpol contrahirt und hat eine Axenhöhe von 0,036—0,040 Millim. erreicht. Besonders in diesem Stadium, in welchem die Spindel so deutlich sich zeigt, überzeugt man sich leicht, dass sie eine ähnliche Lage wie bei Scorpaena hat, d. h. unmittelbar der inneren Mündung des Mikropylenkanales gegenüber liegt, in einer Richtung, welche ungefähr mit der Eiaxe einen Winkel von 45^0 macht. Nach 20 Minuten hat das Richtungsbläschen sich zum grössten Theil abgeschnürt und quillt durch den Mikropylenkanal nach aussen. Hier tritt also dieselbe Erscheinung auf wie beim Ei von Scorpaena, dass nämlich durch das sich abschnürende Richtungsbläschen, welches durch den

Mikropylenkanal nach aussen tritt, anderen Spermatozoïden der Zugang zum Ei versagt wird. Nach 25 Minuten, wird die Spindel undeutlicher, scharf dagegen tritt die Sonne um den unteren Pol hervor. Nach einer halben Stunde ist eine zweite Sonne unmittelbar unterhalb der inneren Mündung des Mikropylenkanales entstanden, während an der Stelle, wo vor einigen Minuten noch der untere Pol der Spindel lag, ein kleines Kernchen sichtbar wird, um welches die Protoplasmakörnchen in scharf ausgeprägten Radien stehen. Dies Kernchen ist wohl unzweifelhaft der Eikern. Die Axenhöhe des Keimes beträgt jetzt 0,055—0,060 Millim. Bald darauf wird im Centrum der unmittelbar unterhalb der inneren Mündung des Mikropylenkanals gelegenen Sonne ein zweites Kernchen sichtbar. Der Ursprung dieses Kernchens ist wie bei Scorpaena wohl nicht direct anzugeben, indessen sind wir, wie ich glaube, dennoch berechtigt, dasselbe auch hier als von dem eingedrungenen Spermatozoon herrührend zu betrachten und dürfen wir es als Spermakern bezeichnen.

Die beiden Kernchen nehmen bald an Grösse zu und bewegen sich nach einander in ähnlicher Weise, wie es für Scorpaena beschrieben ist. Nach 40—45 Minuten liegen die beiden Kerne sehr nahe aneinander. Der Diameter eines jeden Kerns beträgt 0,011—0,0015 Millim. Rings um beide stehen die Protoplasmakörnchen radienförmig. Der Keim hat sich noch mehr concentrirt, seine Axenhöhe beträgt jetzt 0,095—0,10 Millim., er hat ungefähr die Gestalt einer bi-convexen Linse angenommen, die besonders centralwärts sehr stark convex ist. Die beiden Kerne nehmen noch etwas an Grösse zu und zu gleicher Zeit eine etwas tiefere Stelle ein, sie liegen wie bei Scorpaena in der Eiaxe (Vergl. Taf. III, Fig. 1, 2, 3). Nach einer Stunde hat der Keim eine Axenhöhe erreicht von 0,105—0,110 Millim., die beiden Kerne sind mit einander verschmolzen, sie bilden jetzt einen einzigen ovalen Kern, dessen longitudinaler Durchmesser 0,024 Millim., dessen Breiten-Durchmesser 0,014 Millim. beträgt. Kaum aber ist die Verschmelzung eingetreten, so verschwindet der eben entstandene ovale Kern scheinbar wieder für das Auge, um auch hier wie bei Scorpaena in eine neue Spindel über zu gehen, wie nach Behandlung mit verdünnter Essigsäure deutlich wird (Vergl. Taf. III, Fig. 3). Gleichzeitig mit der Verschmelzung der beiden Kerne treten eigenthümliche Formveränderungen am Keim auf, es ist als ob die stark convexe, centrale Ausdehnung des Keimes plötzlich verschwände, und so derselbe allmählich mehr und mehr der Form einer plan-convexen Linse sich nähere. Bis zu diesem Stadium umgiebt immer noch eine dünne, mit dem Keime zusammenhangende Protoplasmaschicht den Nahrungsdotter, um am Gegenpol zu einer Dicke von 0,007—0,008 Millim. anzuschwellen. Wie bei den Eiern von Scorpaena kommt es bei denen von Julis

immer nur zur Bildung eines sehr kleinen Eiraumes, welcher während der ersten Stunde der Befruchtung sich niemals über den Keimpol des Eies ausbreitet.

Lässt man die Eier von Julis mehrere Stunden in unbesamtem Wasser liegen, so treten auch hier ungefähr dieselben Erscheinungen auf wie bei Scorpaena. Auch hier kann die Concentration des Keimes und das Ausstossen der Richtungskörperchen unabhängig von einander und unabhängig von der Befruchtung stattfinden.

Bei Crenilabrus pavo sind die Verhältnisse im Allgemeinen schon weniger günstig. Was ich bei der künstlichen Befruchtung der Eier dieser Fischart habe beobachten können, lässt sich in folgendem zusammenfassen. Schon wenige Minuten nach der Befruchtung fängt die Bildung eines Eiraumes, d. i. eines Raumes zwischen Eiinhalt und Zona an, zuerst in der Gegend des Aequator, um so nach oben und unten sich auszudehnen. Nur dort wo der Keim der innern Mündung des Mikropylenkanals anliegt, lässt er sich während der ersten Stunde nach der Befruchtung nicht nachweisen. Nach 8 Minuten hat der Eiraum jederseits des Aequator einen Diameter von 0,020 Millim., nach 15 Minuten einen von 0,030—0,032 Millim. erreicht. Gleichzeitig mit der Bildung eines Eiraumes, fängt die Concentration des Keimes an. Nach 20 Minuten bemerkt man, dass durch den Mikropylenkanal Etwas nach aussen hervor zu quellen beginnt, welches nur das sich abschnürende Richtungskörperchen sein kann. Nach einer halben Stunde bemerkt man im Keime zwei kleine blasse, homogene Kernchen, das eine unmittelbar unterhalb der inneren Mündung der Mikropyle, das andere etwas mehr seitwärts und tiefer gelegen. Obgleich der Ursprung dieser zwei Kernchen nicht direct nachzuweisen ist, so ist es aus alledem, was wir bei Scorpaena beschrieben haben, wohl kaum zweifelhaft, dass das eine, unmittelbar der innern Mündung der Mikropyle gegenüberliegende Kernchen der Spermakern, das andere tiefer gelegene der Eikern ist. Um beide gruppiren sich die Protoplasmakörnchen in Sonnenfiguren. Wie bei Julis und Scorpaena bewegen sich die beiden Kerne auf einander zu und nach 35—40 Minuten begegnen sie einander. (Vergl. Taf. III, Fig. 5.) Auf ihrem Wanderungswege nehmen sie allmählich an Grösse zu. Während diese Erscheinungen sich an den Kernen abspielen, contrahirt sich der Keim immer mehr und mehr am Mikropylenpol und nimmt wie bei Julis und Scorpaena die Ge-

A 10

stalt einer biconvexen Linse an, welche besonders nach dem Dotter zu stark convex ist. Nach 45 Minuten verschmelzen die Kerne mit einander und der so entstandene einfache Kern hat eine rundlich-ovale Form, mit einem longitudinalen Durchmesser von 0,019—0,020 Millim. Derselbe liegt auch hier in der Ei-resp. Keim-Axe. Kaum aber ist die Verschmelzung eingetreten, so verschwinden sie scheinbar wiederum für das Auge des Beobachters. Dabei gehen dann eigenthümliche Erscheinungen im Keime selbst vor sich. Bei der Conjugation nämlich von Eikern und Spermakern ist es als ob plötzlich die stark convexe Ausdehnung der Basis des Keimes verschwände, und an ihrer Stelle treten nun zahlreiche, kleinere und grössere Dotterkügelchen auf; einzelne dieser Dotterkügelchen sieht man mit einander verschmelzen, allmählich grösser werden und später wieder platzen, andere lösen sich in eine Anzahl kleinere auf, dabei ist der Keim immer in gewaltigen amoeboïden Bewegungen und nimmt, wie bei Scorpaena, mehr und mehr die Gestalt einer plan-convexen Linse an. Die in Rede stehenden Dotterkügelchen sind in fortwährenden Ortsbewegungen und sammeln sich immer mehr und mehr zwischen Keim und Dotter, kurz, es kommt hier zur Bildung eines wenn auch noch nicht stark ausgeprägten „Disque huileux", den wir bei Julis und Scorpaena noch nicht antrafen. Erst wenn die Furchung anfängt, bildet sich der Eiraum auch am Mikropylenpol aus.

Untersucht man Eier die mehrere Stunden in unbesamtem Wasser gelegen haben, dann ergiebt sich folgendes: Nur bei sehr wenigen sind auch nach verschiedenen Stunden keine weiteren Veränderungen eingetreten. Bei den meisten dagegen kommt es wie bei den befruchteten Eiern zur Bildung eines Eiraumes, zur Concentration des Keimes am Mikropylenpol und zum Ausstossen des Richtungskörperchens. Beide letztgenannte Phaenomene können auch bei den Eiern von Crenilabrus unabhängig von einander und von der Befruchtung stattfinden, nur mit dem Unterschiede, dass hier diese Erscheinungen viel langsamer vor sich gehen.

Die Eier von Scorpaena, Julis und Crenilabrus stimmen mit einander darin überein, dass sich bei ihnen nur ein sehr kleiner Eiraum bildet; zwar ist derselbe bei Crenilabrus etwas grösser, doch dehnt er sich auch hier anfangs nicht über den Mikropylenkanal hin aus. Demzufolge bleibt also der Keim

der innern Mündung des Mikropylenkanales unmittelbar anliegen, und dies wird durch die papillenförmige Hervorragung der Zona radiata, auf welcher der Mikropylenkanal noch innen ausmündet, sehr begünstigt. Indem nun die ersten Erscheinungen nach der Befruchtung an der Kernspindel sich abspielen, und zur Theilung der Spindel und dem Ausstossen des Richtungskörperchens führen, das Richtungsbläschen jedoch nur durch den Mikropylenkanal noch aussen treten kann, liess sich also bei diesen drei in Rede stehenden Gattungen nachweisen, dass nur ein Spermatozoon in den Dotter eindringen kann, indem durch das sich abschnürende Richtungskörperchen, welches durch den Mikropylenkanal das Ei verlässt, anderen Spermatozoa der Zugang versagt wird. Indessen lässt sich dies nicht für alle Gattungen von Knochenfischen nachweisen, wie aus folgendem hervorgehen wird.

Bei Heliasis chromis sind die Verhältnisse folgende: Den Bau des nicht befruchteten geschlechtsreifen Eies habe ich schon früher beschrieben. Fügt man demselben ein Tröpfchen Seewasser — in welchem sich einige Spermatozoa befinden — hinzu, dann sieht man diese bald um die äussere Mündung des Mikropylenkanals herumschwärmen. Das Eindringen der Spermatozoa in den Mikropylenkanal selbst weiter zu verfolgen ist bei Heliasis recht schwierig, besonders deshalb, weil das Ei mittels der, um die äussere Mikropylenöffnung stehenden, schon früher beschriebenen Fasern anklebt. Nach 7—8 Minuten, wenn wahrscheinlich ein Spermatozoon so tief in dem Mikropylenkanal vorgedrungen ist, dass es den Keim berührt, fängt die Bildung des Eiraumes schon an und nach 10 Minuten ist derselbe am Keimpole schon 0,050—0,055 Millim. hoch, während er dagegen am Gegenpol noch sehr gering ist. Gleichzeitig mit dem Auftreten eines Eiraumes fängt die Concentration des Keimes am Mikropylenpole an, während die grösseren Dotterkugeln sich nach dem Gegenpol verschieben. Nach 20 Minuten hat der Eiraum am Keimpol (in der Eiaxe gemessen) schon eine Höhe von 0,105 Millim. und am Gegenpol eine von 0,045—0,050 Millim. Das Protoplasma contrahirt sich am Keimpol immer mehr und mehr, es bildet jedoch keine klare Masse, sondern enthält eine nicht unbedeutende Zahl von kleinen mattglänzenden Dotterkügelchen. Nach 25 Minuten tritt an der Oberfläche des Keimes ein kleines, rundes Körperchen zu Vorschein (Taf. III, Fig. 6), welches bald zu einer Grösse von 0,012—0,014 Millim. heranwächst, es ist dies das sich abschnürende Richtungskörperchen. Die Ungünstigkeit des Objectes gestattete nicht eine klare Vorstellung von dem, was eigentlich im Keime vor sich ging, zu gewinnen. Der Keim contrahirt sich am Mikropylenpol immer stärker und hat nach einer und einer Viertel-Stunde ein Höhe erreicht, wie auf Taf. VI, Fig. 6 abgebildet ist. Der Keim liegt dann auf einem „Disque huileux" der ihm von dem

Deutoplasma trennt. Derselbe besteht aus einer Schicht Protoplasma, in welcher sehr zahlreiche, glänzende Deutoplasmakügelchen abgelagert sind. Der Nahrungsdotter besteht ausserhalb der grossen Oelkugel, aus einer sehr grossen Zahl nur mässig grosser Dotterkugeln. Während man beim nicht befruchtetem Ei, überall glänzende Dotterkugeln durch das ganze Deutoplasma verbreitet antrifft, bemerkt man solche in den befruchteten Eiern nur in dem „Disque huileux", überall anders sind sie scheinbar verschwunden, oder besser gesagt, sie haben ein ganz anderes Aussehen bekommen. Höchstwahrscheinlich hängt dies davon ab, dass das Protoplasma nicht mehr durch den ganzen Eiinhalt hin vertheilt ist, sondern sich am Keimpole contrahirt hat, wodurch natürlich die Dotterkugeln nicht mehr durch Protoplasma von einander getrennt werden, sondern unmittelbar einander anliegen, und auf diese Weise das Licht ganz anders brechen. Behandelt man Eier, wie sie auf Taf. VI, Fig. 6 abgebildet sind, — also Eier eine und eine Viertel-Stunde nach der Befruchtung, — mit verdünnter Essigsäure, dann sieht man, dass nur der Keim und der „Disque huileux" dunkel granulirt erscheinen, der Nahrungsdotter dagegen unverändert bleibt, wohl ein Beweis, dass also aus dem Nahrungsdotter das Protoplasma verschwunden ist.

Während bei den Eiern von Scorpaena, Julis und Crenilabrus das Richtungskörperchen durch den Mikropylenkanal das Ei verlässt, bleibt es bei Heliasis innerhalb des Eies, zwischen Zona radiata und Keim. Hier lässt sich also nicht nachweisen, ob nur ein einziges Spermatozoon in das Ei eintritt. Indem es sich aber bei den drei erstgenannten Gattungen der Knochenfische bestimmt nachweisen liess, dass nur ein einziges Spermatozoon den Mikropylenkanal durchdringen konnte, ist es höchstwahrscheinlich, dass auch bei der Gattung Heliasis nur ein einziges Spermatozoon das Ei befruchtet. Ob hier die Spannung, unter welcher die Eihaut steht, bei der Entwickelung eines so bedeutenden Eiraumes wie er bei Heliasis sich schon kurz nach der Befruchtung zu bilden anfängt, vielleicht auf die innere Mündung der Mikropyle einen solchen Druck ausübt, dass dadurch der Durchgang anderer Spermatozoa unmöglich wird, ist schwierig mit Bestimmtheit zu sagen. Ich kann nur mittheilen, dass ich in dem Eiraum niemals Spermatozoa angetroffen habe. Ein paar Male beobachtete ich an befruchteten Eiern innerhalb der inneren Mündung des Mikropylenkanales ein kleines Körperchen (Vergl. Taf. III, Fig. 8); ob dies ein eingeklemmtes Spermatozoon ist, weiss ich nicht. Bei Heliasis wie bei Crenilabrus bleiben die Spermatozoa in Seewasser aufbewahrt, keine halbe Stunde lebendig.

Bekanntlich wird der Raum zwischen Eiinhalt und Zona radiata nicht von

reinem Seewasser eingenommen, sondern enthält auch kleine Mengen einer eiweissartigen Substanz, die bei Anwendung von Säuren oder erhärtenen Flüssigkeiten gerinnt.

Die Veränderungen, welche an den Eiern von Heliasis auftreten, wenn sie in unbesamtem Wasser liegen sind folgende: Nach 4 Stunden hat sich fast noch kein nennenswerther Eiraum ausgebildet und zeigt der Keim noch keine Spur von Concentration; nach 6 Stunden hat sich an beiden Polen ein kleiner Eiraum ausgebildet, der am Keimpol 0,006—0,007 Millim., am Gegenpol 0,010—0,012 Millim. hoch war; der Keim ist noch unverändert. Nach 24 Stunden ist der Eiraum so gross wie an den befruchteten Eiern, ausserdem haben sich auch Veränderungen im Ei selbst abgespielt. An dem einem Pol, dem Gegenpol, liegt die grosse Oelkugel, nebst zahlreichen Dotterkugeln in wenig Protoplasma suspendirt, was sich besonders nach Einwirkung von verdünnter Essigsäure ergiebt; am anderen Pol (dem Keimpol) liegen noch viele grössere und kleine Dotterkugeln in einer mächtigen Schicht von Protoplasma abgelagert. Bei den Eiern von Heliasis bildet sich also, auch wenn sie nicht befruchtet sind, ein Eiraum aus und findet ebenfalls eine Concentration des Keimes nach dem Mikropylenpol statt, nur mit dem Unterschiede, dass alle diese Erscheinungen bei den nicht befruchteten Eiern sehr langsam vor sich gehen, die Ansammlung des Keimes am Keimpole nie eine vollständige ist und zahlreiche Dotterkugeln im Protoplasma des Keimes suspendirt bleiben. Andere Eier blieben auch nach 24 Stunden Liegens in unbesamtem Wasser unverändert.

Ich hatte keine Gelegenheit, künstliche Befruchtung an Eiern von Gobius anzustellen. Dies muss ich um so mehr bedauern, indem uns hier wahrscheinlich ein Fall vorliegt, dass der Keim beim unmittelbar dem Weibchen entnommenen, ungewässerten Ei schon dieselbe Gestalt zeigt, als schickte er sich zur Theilung an, mit anderen Worten, sich schon vollständig am Mikropylenpol angehäuft hat.

Von Gobius minutus und einer anderer Gobius-Art, welche ich nicht habe bestimmen können, erhielt ich immer nur befruchtete Eier. Dagegen empfing ich einmal ein geschlechtsreifes Weibchen von Gobius niger. Bei diesem ergab sich, dass der Keim an dem einen Pol (dem Mykropylenpol) des

Eies, schon eine so bedeutende Ausdehnung besass, wie es gewöhnlich nur an Eiern, die sich zur Furchung vorbereiten, antrifft. Bei einigen dieser Eier war nach 4 Stunden noch nicht die Spur eines Eiraumes vorhanden, der Keim lag immer noch der inneren Mündung des Mikropylenkanales unmittelbar an. Bei anderen dagegen war nach einer Stunde ein so grosser Eiraum entstanden, wie man ihn gewöhnlich beim befruchteten Eie trifft, ohne dass dabei in der Gestalt des Keimes oder des Nahrungsdotters sichtbare Veränderungen eingetreten waren. Während also bei den Eiern von Scorpaena, Julis, Crenilabrus und Heliasis der Keim beim Liegen in besamtem sowohl als in unbesamtem Wasser sich am Mikropylenpol zu contrahiren anfängt, hat er bei den Eiern von Gobius dagegen diese Lage schon, ehe diese vom Weibchen entleert sind (Vergl. Taf. III, Fig. 9, 10).

Ueber die Erscheinungen, welche an den befruchteten Eiern des Herings auftreten, kann ich leider nur sehr wenig mittheilen. Das Object ist zu ungünstig, um über die delicate Frage, nach der Lage der Richtungsspindel, so wie über das Ausstossen der Richtungskörperchen einige Auskunft geben zu können. Aehnliches gilt von der Frage ob hier der Eiraum sich auch in der Gegend der inneren Mündung des Mikropylenkanals schon kurz nach der Befruchtung ausbildet, oder erst nach einiger Zeit auftritt und so dem Richtungskörperchen Gelegenheit giebt, durch den Mikropylenkanal nach aussen zu treten. Nur so viel kann ich mittheilen, dass schon einige Minuten, nachdem man den Eiern einige Spermatozoa zugefügt hat, die Concentration des Keimes am Mikropylenpol anfängt und nach zwei und einer halben Stunde beendigt ist. Nach einer halben Stunde hat der Keim eine Axenhöhe von 0,080 Millim., nach drei Viertelstunden von 0,100 Millim., nach einer Stunde von 0,120 Millim., nach anderthalb Stunde von 0,180 Millim., nach 2 Stunden von 0,280—290 und nach zwei und einer halben Stunde von 0,320—0,330 Millim. Ueber den Ursprung des ersten Furchungskerns liess sich beim Hering nichts nachweisen (Vergl. Taf. III, Fig. 11).

Wie die Eier sich verhalten, wenn sie in unbesamtem Wasser liegen, weiss ich nicht, denn ich habe darüber keine Versuchen angestellt. Es waren dies die ersten künstlichen Befruchtungen, welche ich an Fischeiern anstellte und ich glaubte um so mehr darauf verzichten zu können, als wir eben über die künstliche Befruchtung der Eier dieser Fischart genaue Angaben von KUPFFER besitzen.

Obgleich wir schon früher gesehen haben, dass fast alle Autoren darin mit einander übereinstimmen, dass der Keim schon vor der Befruchtung vorhanden ist, so sind dagegen diese Angaben in Bezug auf die Frage sehr wenig genau: wie verhält sich der Keim zum Nahrungsdotter, wenn das Ei unmittelbar nach dem Ablegen untersucht wird und welche Veränderungen treten in dem Keim auf, wenn es einige Zeit in unbesamtem, welche, wenn es in besamtem Wasser liegt.

K. E. VON BAER * der hauptsächlich nur Cyprinoiden (Cyprinus blicca und C. erythrophthalmus) untersucht hat, sagt einfach „der Keim ist vor dem Austritte des Eies auch schon vorhanden".

C. VOGT's † Abhandlung stand mir nicht zur Verfügung. Wie ich aber bei KUPFFER angegeben finde, sah er bei Coregonus palaea den Keim auch in dem nicht befruchteten Ei auf dem Dotter erscheinen, sobald die Eier ins Wasser gelangten.

COSTE § dagegen sagt „Avant la conception, la cicatricule (der Keim) n'y est point encore formée ni distincte du vitellus, ni représentée par ce vitellus tout entier. Ses éléments générateurs restent épars, disséminés dans tous les points de ce vitellus, jusqu'au moment où l'action du mâle les détermine à se précipiter vers une region de la surface où on les voit tous se réunir pour constituer le disque granuleux que la segmentation organise plus tard". Leider giebt COSTE nicht an, für welche Knochenfische diese Angabe gilt, und ebenso wenig erfahren wir, welche Veränderungen eintreten, wenn das Ei in unbesamtem Wasser liegt.

REICHERT ** sagt vom Hechtei, dass die Begrenzungslinien der Bildungsdotterschicht, sowohl am freien Rande als nach dem Nahrungsdotter hin, nicht scharf gezeichnet, oft recht unsicher sind. Ob diese Beschreibung einem ungewässerten oder gewässerten Ei entnommen ist, erfahren wir nicht. Er giebt schon weiter an, dass sich am geschlechtsreifen, unbefruchteten Ei, beim Liegen im Wasser die Kapsel von der Dotterkugel scheidet und dass zwischen beiden ein, vom eingedrungenen Wasser ausgefüllter Zwischenraum entsteht; dies Fluidum ist nach ihm kein reines Seewasser, sondern enthält eine geringe Menge

* K. E. VON BAER, Untersuchungen über die Entwickelungsgeschichte der Fische, 1835, p. 4.

† C. VOGT, Embryogenie des Salmones.

§ COSTE, Origine de la cicatricule ou du germe chez les poissons osseux, in *Comptes rendus*, T. XXX, p. 692, 1850.

** REICHERT, l. c.

von Eiweiss gelöset, indem bei Zusatz von Salpetersäure sich darin weissliche Flocken niederschlagen.

Lereboullet * sagt vom Hecht „le dernier terme du développement de l'oeuf avant la fécondation est la séparation de ses parties constituantes, l'un constitue la tache jaune (formée par la réunion de tous les éléments plastiques et nutritifs, qui se trouvaient dispersés dans l'oeuf) sorte de cumulus, placé à la surface de l'oeuf (also der Keim), l'autre est le vitellus proprement dit, dont le rôle est exclusivement nutritif." Ausserdem giebt er an, dass sich ein Eiraum bildet, wenn das Ei in unbesamtem Wasser liegt. Doch scheint die Gestalt des Keimes beim ungewässerten Hechtei eine andere zu sein, als beim gewässerten, das Ei möge befruchtet sein oder nicht, denn er sagt „une heure environ après la fécondation, le germe se soulève et s'arrondit comme une ampoule, dans les oeufs non fecondés, comme dans les oeufs fecondés".

Sowohl beim unbefruchteten als beim befruchteten Ei heisst es weiter „des vesicules huileuses, qui etaient dispersés, se dirigent vers le pôle occupé par le germe et se concentrent en un disque situé sous le germe, le disque huileux." Der einzige Unterschied, wodurch das befruchtete Ei sich von dem unbefruchteten unterscheidet, besteht nach Lereboullet darin, dass der Keim beim erstgenannten „acquiert une transparence remarquable" und dies beruht nach ihm darauf, dass der Keim erst bestand aus „une matière amorphe, granuleuse, au milieu de la quelle sont semés en grand nombre des corpuscules très petits — corpuscules plastiques — des globules vitellins et des vésicules graiseuses. Ces deux groupes d'éléments sont melés et confondus. La même chose a encore lieu, quand le germe s'est élevé en ampoule, mais dèsque ce germe est devenu transparent, les globules vitellins sont tous refoulés vers la base de l'éminence."

Und dann sagt er weiter: „le premier effect de la fécondation est donc de séparer les éléments vitellins en deux groupes, les uns les plus superficiels — le vitellus de formation — tandisque les autres, sousjacents constituent son vitellus nutritif."

Vom Barsch theilt er mit, dass hier sich ebenfalls ein Eiraum bildet, wenn das Ei in Wasser liegt, gleichgültig ob das Wasser besamt ist oder nicht. Die ersten Veränderungen, welche man im befruchteten Ei wahrnimmt, bestehen nach ihm „dans une accumulation, vers un des pôles de l'oeuf des divers éléments, qui etaient dispersés dans toute son etendue." Der Keim ist also schon vor der Befruchtung vorhanden, sobald jedoch das Ei befruchtet ist, concen-

---

* Lereboullet, l. c.

trirt er sich am Keimpol. „Vers la fin du développement de l'oeuf" — sagt er — „et avant la fécondation tous les éléments solides dont l'oeuf se compose se reunent vers un de ses pôles et constituent un amas, qui est le germe. Le germe une fois formé, se soulève en une ampoule, dans la quelle les éléments sont encore entremêlés. Peu de temps après qu'elle s'est produit la colline du germe devient transparente. Cet effet remarquable reconnaît pour cause la séparation des éléments du germe en deux groupes, elle est le premier effet appréciable de la fécondation. La portion transparente du germe est le vitellus formateur, réservant le nom de vitellus nutritif aux autres éléments vitellins."

Von der Forelle giebt er an * „dans la truite les éléments plastiques produits par la vesicule germinative et les éléments nutritifs fournis par la sphère vitelline, restent mêlés et confondus jusqu' à l'époque de la fécondation. Les oeufs mûrs de ce poisson, même ceux qui vont être pondus, n'offrent pas la tache jaune si apparente dans le Brochet, et qui provient de la condensation des éléments plastiques." Und weiter sagt er: „Immédiatement ou très peu de temps après la fécondation, les éléments plastiques qui étaient restés dispersés dans l'oeuf se concentrent vers le pôle, pour former le disque germinateur ou blastodermique." Hieraus scheint also hervorzugehen, dass nach LEREBOULLET bei der Forelle, wie beim Barsch die Mitwirkung des Sperma nöthig ist zur völligen Concentration des Keimes am Keimpol.

Am schärfsten sind wohl die Mittheilungen von RANSOM †. Er sagt vom Keime des Eies von G a s t e r o s t e u s: „it exits in the unimpregnated egg as a superficial layer completely surrounding the food-yelk, and is closely connected near the germinal pole, with the oft, ill-defined, interval surface of the inner sac. At the germinal pole it forms a thicker layer or disk, extending over about one fourth to one-third of the surface of the yell-ball marked at its centre by a pit, which receives the mikropyle and at its margins passing imperfectly into the thinner layer of similar material which extends over the rest of the yelk." Diese Verhältnisse ändern sich nicht, wenn das Ei in unbesamtem Wasser liegt. Wird dagegen das Ei in besamtes Wasser gebracht, dann fängt schon 15 Secunden, nachdem das erste Spermatazoon in die Mikropyle eingedrungen ist, die Bildung eines Raumes (Breathing chamber NEWPORT) zwischen Eihaut und Eiinhalt von der Mikropyle aus an, indem der Keim sich von der Mikropyle zurückzieht, und Wasser durch die Eihaut eindringt,

* LEREBOULLET l. c.

† RANSOM l. c.

und erst dann folgt die Concentration des Bildungsdotters zum prominirenden Keimhügel. Hier also entsteht der Eiraum und die Concentration des Keimes, unter normalen Verhältnissen, erst nach der Befruchtung.

Dagegen fand er, dass sich bei Salmo salar, S. fario, Thymallus vulgaris, Esox lucius, Cyprinus gobio, Leuciscus phoxinus, L. cephalus und Perca fluviatilis, gleichgültig ob das Ei in besamtem oder in unbesamtem Wasser liegt, ein Eiraum bildet und der Keim, der Anfangs mit dem von Gasterosteus übereinstimmte, sich zum Keimpol concentrirt. Beim Ei von Esox lucius war schon nach wenigen Minuten der Eiraum vollständig ausgebildet „and the formative yelk concentrated into a well defined discus germinativus."

Zwar giebt Oellacher * auch an, dass im Ei der geschlechtsreifen Bachforelle der Keim vorhanden ist, doch geht aus seiner Beschreibung nicht hervor, welche Form derselbe besitzt, bevor das Ei mit Wasser in Berührung gewesen ist, und welche Umbildungen am demselben auftreten, wenn das Ei in besamtem oder unbesamtem Wasser gelegen hat. Er sagt weiter „dass sich bloss die Hauptmasse des Keimes an einer Stelle zusammenzuziehen scheint und dass ein Rest als eine dünne Blase um den Nahrungsdotter ausgedehnt bleibt." Diese Blase ist dann seine Dotterhaut. Dieselbe ist aber nichts als eine dünne Schicht von Bildungsdotter, die den Nahrungsdotter umgiebt.

His † theilt mit, dass an den reifen, unbefruchteten Eiern der Aesche (Thymallus vulgaris) sich beim Liegen in Wasser die Kapsel von der Dotterkugel scheidet und dass zwischen beiden ein vom eingedrungenen Wasser ausgefüllter Zwischenraum entsteht, ebenso beim Hecht, beim Lachs und bei der Forelle. Von Thymallus vulgaris heisst es weiter, dass die Dotterkugel an einer bestimmten Stelle den Keim trägt. Aber His theilt nicht mit, ob dies von einem Ei gilt, das unmittelbar dem Mutterthier entnommen ist, oder vorher in Wasser gelegen hat. Auch beim Hecht bildet sich an dem unbefruchteten Ei ein Eiraum. Vom Keim des Hechteies heisst es „dass er am ungewässerten Ei sehr durchscheinend und in seiner Abgrenzung schwer zur erkennen ist."

Nach kurzem Aufenthalt im Wasser charakterisirt er sich als eine schwefelgelbe bis braungelbe Scheibe von 1,5 Millim. Durchmesser. Unter welcher Form sich der Keim bei dem unmittelbar dem Weibchen entnommenen Ei zeigt, giebt His ebenfalls nicht an. Aehnliches gilt auch vom Lachs und von der Forelle, wir erfahren einfach, dass der Keim vorhanden ist.

---

* Oellacher, l. c.

† His, l. c.

Nach OWSIANNIKOW * bildet sich bei Coregonus lavaretus ein Eiraum, gleichgültig ob das Ei befruchtet ist, oder nicht. Das unbefruchtete Ei bietet nach ihm ein mehr gleichmässiges Aussehen dar. Die Dotterplättchen, die Oelbläschen, die feinsten Dotterpartikelchen sind im ganzen Ei so ziemlich gleich vertheilt. Erst nach der Befruchtung concentrirt sich der Keim am Keimpol. Aus dieser Beschreibung, welche OWSIANNIKOW giebt, scheint also hervorzugehen, das beim unbefruchteten Ei der Keim am Keimpole noch nicht oder wenigstens in sehr geringem Grade vorhanden ist, ob eine Concentration des Keimes am Keimpol auch stattfindet, wenn das Ei in unbesamtem Wasser liegt, giebt OWSIANNIKOW nicht an.

GERBE † sagt vom Keime der Knochenfische „la cicatricule ne se manifeste qu'après la ponte. Dans l'oeuf ovarien, à quelque âge qu'on l'observe, dans l'oeuf arrivé à maturité et tombé dans l'ovisac, rien ne l'accuse; ce n'est qu' à la suite de la ponte et après quelque temps de séjour dans l'eau, que le travail de séparation des diverses parties constitutives de l'oeuf, la cicatricule (der Keim) concentre ses éléments épars et en forme à la surface du globe nutritif une petite éminence discoïde.

Ce phénomène est indépendant de la fécondation et s'accomplit aussi bien sur les oeufs fécondés que sur ceux qui ne le sont pas; mais tandis que le travail, dans les premiers, s'accentue de plus en plus, il avorte en quelque sorte dans les seconds, et au lieu d'une cicatricule très saillante, arrondie, à bords parfaitement limités, ou à une cicatricule médiocrement proeminente, à contours vagues, à bords irréguliers, de facile décomposition, les granules moleculaires constitutifs n'ayant entre eux qu'une faible cohérence."

Welche Knochenfische untersucht sind, giebt GERBE nicht an, doch scheinen es hauptsächlich die Salmoniden gewesen zu sein, denn er fügt hinzu „Il est donc bien démontré que chez les poissons osseux, et notamment chez les Salmonidés que j'ai plus particulièrement étudiés, c'est vers le point par où pénetrent les corpuscules fécondants, c'est-à-dire vers le micropyle, que sont invariablement appelés et que se grouppent les éléments formateurs du germe". So sehr ich auch die letzte Angabe bestätigen kann, so sehr muss ich die erstere bestreiten, wie aus dem oben mitgetheilten von selbst hervorgeht.

---

* OWSIANNIKOW, Ueber die ersten Vorgänge der Entwickelung in den Eiern des Coregonus lavaretus; in: *Bull. de l'Acad. imper. des Sc. de St. Petersbourg.* T. XIX, p. 225, 1874.

† Z. GERBE, Du lieu ou se forme la cicatricule chez les poissons osseux, in: *Journal de l'Anatomie et de la Physiologie. Onzième Année*, p. 329, 1875.

*

Nach VAN BAMBEKE * ist der Keim bei Tinca vulgaris vor der Befruchtung schon vorhanden. Indem er von den Erscheinungen spricht welche auftreten, wenn das Ei mit Wasser in Berührung kommt, sagt er: „le premier phénomène consiste généralement dans une dépression du globe vitellin par le disque; de sorte que ce dernier, qui formait d'abord une sorte de calotte reposant sur le vitellus nutritif, représente maintenant une lentille biconvexe dont l'une des surfaces correspond à une excavation du globe vitellin. Les éléments vitellins répandus sur la face interne de ce globe viennent s'accumuler à la face inférieure du disque. On aperçoit manifestement de fines traînées protoplasmiques qui partent en rayonnant de la base du disque et plongent dans la sphère vitelline. Ces traînées rappellent les pseudopodies d'organismes inferieures. Les éléments accumulés sous le disque effectent une disposition spéciale, ils sont plus abondants vers le centre de la face inferieure du disque et forment, en cet endroit, une sorte de noyau vitellin; la partie centrale, plus claire, est formée par de fines molécules, espèces de poussières granuleuses; la partie péripherique, plus foncée, est constituée par des éléments plus volumineux. De changements de forme du disque germinatif rapellent, jusqu' à un certain point, les premières phases de la segmentation." Aehnlich verhalten sich nach ihm die Eier van Lota vulgaris. Daraus folgt also, dass schon in unbesamtem Wasser der Keim am Keimpol sich concentriren kann.

Aus der angegebenen Literaturübersicht geht also hervor, dass alle Autoren darin mit einander übereinstimmen, dass der Keim schon vor der Befruchtung vorhanden ist, vielleicht mit Ausnahme von COSTE, dessen Mittheilungen mir nicht ganz klar sind, indem er erst sagt, dass beim unbefruchteten Ei der Keim „n'y est point encore formé", und zugleich darauf folgen lässt, „les éléments générateurs restant épars, disséminés dans tous les points du vitellus". Dagegen giebt KUPFFER † an, dass beim Heringsei vor der Befruchtung noch kein Keim vorhanden ist. Er fasst, was er beobachtet und in wiederholten Experimenten geprüft hat, in folgende Sätze zusammen:

1. „Das Ei des Herings (Strömlings) zeigt in dem Moment, wo es aus dem Eileiter ins Wasser gelangt, noch keine Spur eines Keimes oder überhaupt einer Sonderung von Bildungs- und Nahrungsdotter.

2. Es behält diese im vorhergehenden Abschnitt geschilderte Beschaffenheit im Wasser bei, wenn jede Imprägnation des Wassers durch Sperma vermieden

---

* C. VAN BAMBEKE, Recherches sur l'embryologie des poissons osseux, in: *Mémoires cour. et mém. étrangers de Belgique,* T. XL, 1876.

† KUPFFER, l. c., p. 180.

wird. Der Aufenthalt im Wasser allein ändert also nichts an den Verhältnissen des Dotters und dem Verhalten zum Dotter, es dringt kein Wasser durch die Eihaut, dieselbe entfernt sich gar nicht vom Dotter. Unter beiden Verhältnissen, sowohl im süssen, als im schwach gesalzenen Wasser, konnten reife Eier 24 Stunden lang liegen, ohne irgend wahrnehmbare Veränderungen zur erfahren.

3. War dagegen das Salzwasser, in das die Eier gelangten, vorher besamt, oder wird demselben, nachdem die Eier bereits eine Zeit lang im Wasser sich befunden hatten, nachträglich Sperma hinzugesetzt, so sieht man nach etwa 15 Minuten bereits die Eihaut sich vom Dotter entfernen und zwischen beiden Theilen einen hellen Zwischenraum auftreten, Wasser dringt durch die Eihaut in das Innere, die Dotterkugel erfährt eine Verkleinerung (contrahirt sich?) und es beginnt nun am Dotter eine complicirte Reihe von Veränderungen abzulaufen, als deren Endresultat eine Sonderung von Bildungsdotter (Protoplasma) und Nahrungsdotter, und schliesslich eine Concentration der ersten Substanz an dem einen Pole zum Keimhügel erscheint.

4. Nahm er bei der künstlichen Befruchtung, unter sonst gleichen Umständen, anstatt des Salswassers (von 0,3 pCt.—0,4 pCt.,) das süsse Wasser des Haffes, so tratt keine Veränderung an den Eiern auf, sie verhielten sich so, als befänden sie sich in unbesamtem Wasser."

Demnach ergiebt sich also nach Kupffer „dass an dem Ei des Strömlings sich der Keim unter dem combinirten Einfluss von Salzwasser und Sperma bildet". Dieser Schluss von Kupffer beruht indessen, wie wir gesehen haben auf einem Fehler in der Wahrnehmung. Auch beim Hering ist wie bei jedem anderen Knochenfisch der Keim schon vor der Befruchtung vorhanden, wie wir schon früher gesehen haben. Kupffer theilt weiter noch eine Reihe von Untersuchungen mit, die er an unbefruchteten Eiern angestellt hat und die von grossem Interesse sind.

Eine Reihe von Experimenten wurde in der Weise angestellt, dass die reifen Eier allein für sich in Wasser von 0,3—0,5 pCt. Salzgehalt gebracht wurden. Diese Eier, die ebenso rasch und ebenso fest anklebten, wie die befruchteten, zeigten in keinem Falle das an den befruchteten auftretende Phaenomen. Die Zahl dieser Beobachtungen beträgt 6. Es wurde je einmal constatirt, dass nach 20, 30, 45 Minuten, so wie nach zwei Stunden, und zwei Mal, dass nach 24 Stunden keine Veränderung eingetreten war. In einer dritten Reihe von Versuchen wurde festgestellt, dass wenn zu Eiern, die kürzere oder längere Zeit im Wasser liegend, keinerlei Veränderungen erfahren hatten, nachträglich Sperma hinzugefügt wurde, binnen Kurzem, d. h. in höchstens 20 Minuten an

sämmtlichen Eiern der so behandelten Portion, die Ablösung der Eihaut von der Dotterkugel sich einleitete und weiter fortschritt. Die Versuche wurden 4 Mal angestellt. Das erste Mal in der Weise, dass ein Theil der Eier, die 20 Minuten sich im Wasser befunden hatten, in ein anderes Gefäss versetzt wurden und dort der Einwirkung des Sperma unterlagen. Nach 13 Minuten begann die Bildung des Eiraumes, nach 20 Minuten war dieser Raum an sämmtlichen Eiern deutlich vorhanden und die Sonderung von Bildungs- und Nahrungsdotter leitete sich ein. Der Rest der Eier, der in dem ursprünglichen Gefässe im unbesamten Wasser geblieben war, zeigte sich um dieselbe Zeit, also nach 40 Minuten unverändert. Bei dem zweiten und dritten Experiment wurde in derselben Weise vorgegangen, aber anstatt nach 20 Minuten, erst nach einer resp. 2 Stunden, ein Theil der betreffenden Portion von Eiern mit Sperma behandelt, der Rest in dem ursprünglichen Wasser gelassen. Das Resultat stimmte durchaus mit dem des ersten Versuchs überein. Zuletzt wurde dann noch in einem vierten Experimente constatirt, dass Eier, die 24 Stunden lang im Wasser unverändert geblieben waren, durch den Zusatz von frischem Sperma in der erwähnten Weise beeinflusst wurden.

Ich selbst habe, wie hervorgehoben, keine Experimente über das Verhalten der Eier des Herings in unbesamtem Wasser angestellt. Die Versuchen von Kupffer schienen mir so schlagend, dass eine Wiederholung derselben mir ganz überflüssig erschien. Damals waren mir die Verhältnisse, welche die Eier von Scorpaena u. A. zeigen, wenn sie in unbesamtem Wasser liegen, unbekannt. Jetzt muss ich das Versäumnis um so mehr bedauern, als Kupffer selbst die Resultate von Boeck * mittheilt, welche nicht mit den seinigen im Einklang stehen. Diese Angaben Boeck's lauten nach Kupffer folgenderweise „wenn das Ei eine ganz kurze Zeit im Wasser gelegen und sich an die umgebenden Gegenstände befestigt hat, fängt es an, Wasser einzusaugen, die Eihaut hebt sich von dem Dotter und ein breiter Raum, mit einer klaren Flüssigkeit gefüllt, trennt den kugelrunden Dotter von der dünnen, stark gespannten Eihaut, warauf der radiäre Bau der letzteren verschwindet. Ob das Ei befruchtet ist, oder nicht, so hebt ein kleiner Theil des Dotters sich etwas, nimmt eine schwach gelbliche Farbe an und furcht sich bald. So kommt es, dass der kleine Bildungsdotter sich von dem grossen Nahrungsdotter trennt, wie ein linsenförmiger Körper, welcher in einer tellerförmigen Vertiefung desselben gelagert ist."

---

* Boeck, l. c.

KUPFFER bespricht dann die in Rede stehenden Mittheilungen von BOECK und hebt wohl mit Recht hervor, dass sie sich wohl nur auf die Erscheinungen beziehen sollen, die der Furchung vorausgehen, also auf das Eindringen des Wassers und die Erhebung und Sonderung des Keimes; sonst hätte BOECK, also fährt KUPFFER weiter fort, wenn eine Furchung am unbefruchteten Ei eingetreten wäre, einer derartigen Erscheinung doch eine grössere Beobachtung geschenkt. Aus den negativen Resultaten, welche KUPFFER erhalten hat, wenn er die Eier des Herings in unbesamtes Wasser brachte, hebt er die Möglichkeit hervor, dass die Versuche von A. BOECK nicht ganz reine gewesen seien. Wenn man aber bedenkt, dass bei Julis, Scorpaena und Crenilabrus einige Eier einer und derselben Portion nach 24 Stunden noch keine Veränderungen zeigten, bei anderen dagegen schon nach 4 Stunden der Keim an dem einen Pol sich ebenso stark concentrirt hatte, als ob das Ei befruchet gewesen wäre, und noch andere Eier derselben Portion nach künstlicher Befruchtung sich normal entwickelten, dann glaube ich dass auch die Möglichkeit besteht, die negativen Erscheinungen davon herschreiben zu können, dass nur Eier, welche einen bestimmten Grad von Reife erreicht haben, in unbesamtem Wasser einen Eiraum, mit einer gleichzeitigen Concentration des Keimes am Keimpol entstehen lassen. Mit anderen Worten: es ist durchaus nicht unmöglich, dass auch die Angaben von BOECK wahr sind. Aehnliches gilt auch von den Mittheilungen von RANSOM, der bei Gasterosteus fand, dass die Eier, in unbesamtem Wasser liegend, keinen Eiraum bilden, und dass bei solchen auch keine Concentration des Keimes stattfindet, wohl dagegen wenn das Ei befruchtet ist.

KUPFFER * beschreibt dann genau die Erscheinungen, welche beim befruchteten Heringsei auftreten. Keine Erscheinung deutet nach ihm darauf hin, dass das Eindringen von Wasser durch die Eihaut nur an einer beschränkten Stelle, etwa durch die Mikropyle erfolgte, wie RANSOM † es bei Gasterosteus beobachtet haben will, sondern die Bildung des Raumes erfolgt ringsum gleichzeitig. Ich muss KUPFFER hierin ganz beistimmen, denn bei Crenilabrus haben wir z. B. gesehen, dass ein nicht unbedeutender Eiraum gebildet wird, trotzdem die Mikropyle durch das austretende Richtungsbläschen verstopft wird.

Die Eihaut scheint also allseitig durchgängig zu sein. Durch diesen Vor-

---

* KUPFFER, l. c., p. 185.
† RANSOM, l. c., p. 456.

gang erfährt die Eihaut nach KUPFFER eine Spannung, wird prall und ebenmässiger kuglig und das Ei nimmt an Volumen zu. Diese Vergrösserung steht nach ihm nicht im Verhältniss zur Weite des zwischen Eihaut und Dotterkugel neu entstandenen Raumes, sondern ist geringer als der Dimension des letzteren entspräche. Mithin verkleinert sich gleichzeitig die Dotterkugel, was sich auch aus directen Messungen ergiebt. Auch KUPFFER hebt hervor, dass ein der Quantität nach nicht bestimmbarer Theil des Dotters bei diesem Vorgang in Lösung übergeht, denn die Flüssigkeit des Wasserraumes ist nicht reines Wasser sondern zeigt nach Zusatz von Salpetersäure ein feinkörniges Gerinsel.

Nachdem die Bildung des Eiraumes begonnen, zwischen Eihaut und Dotteroberfläche ein Spatium entstanden ist, das die Aenderungen an der Oberfläche schärfer zu verfolgen gestattet, gewahrt man, nach ihm, als Erstes ein Verschwinden der oben erwähnten stark lichtbrechenden Dotterkörner und er ist geneigt, diesen Schwund nicht anders als Lösung aufzufassen. Die nächste Erscheinung ist dann: „das Auftreten heller Vacuolen an der Oberfläche des Dotters, zwischen den Dotterkugeln. Sie sind als wasserklare Flecken deutlich zu erkennen, vermehren sich rasch, werden länglich, erstrecken sich in die Tiefe, fliessen netzförmig zusammen und durchsetzen als ein grobes Röhrenwerk den ganzen Dotter. Mit dem Auftreten der hellen Vacuolen beginnt zugleich die Scheidung der Substanz des Dotters in jene zwei Partien, von denen die eine, als Bildungsdotter anzusprechende, sich oberflächlich ablagert, die andere, der Nahrungsdotter, die bisherige Constitution des Gesammtdotters im Wesentlichen bewahrt."

Alle diese Erscheinungen beruhen aber nur auf der Concentration des Keimes nach dem Keimpol. Der Bildungsdotter erscheint nicht als etwas neues, das vorher weder in Vertheilung noch etwa in centraler Ansammlung zu bemerken war, er ist beim unbefruchteten Heringsei eben so gut wie bei allen anderen Knochenfischeiern vorhanden, wie jeder Querschnitt gut conservirter und gehärteter Eier lehrt. Auch glaube ich nicht, dass die „stark lichtbrechenden Dotterkörner sich lösen, sie scheinen nur verschwunden, indem sie nicht mehr durch feinkörniges Protoplasma von einander und von den mehr centralwärts gelegenen Dotterkugeln getrennt werden, sondern mit der Concentration des Protoplasma zum Keimpol einander unmittelbar anliegen und durch ihr stark lichtbrechendes Vermögen kaum mehr zu unterscheiden sind.

Wie KUPFFER habe ich ebenfalls oft an dem, der Lagerung des spätern Keimes genau entgegengesetzten Pole, eine mächtigere Schicht gesehen, (Gegenhügel: KUPFFER) die allmählich wieder sich abflachte und dieselben Verhältnisse darbietet wie sie KUPFFER genau beschrieben hat. Die erste Spur des

Furchungsprocesses tritt nach KUPFFER nach $1^1/_2$ Stunden vom Momente der Vereinigung der Geschlechtsprodukte an gerechnet auf, dabei ist aber zu bemerken, dass die Temperatur des Raumes, in dem die Gefässe mit den Eiern sich befanden 25⁰—28⁰ C. war.

Das Ei des Herings stellt nach KUPFFER kurz vor dem Beginn der Furchung einen annähernd kugligen Körper dar, der von einem Mantel von Protoplasma an der ganzen Oberfläche kontinuirlich überzogen wird und im Innern einen, das Protoplasma an Masse beträchtlich übertreffenden Nahrungsdotter umschliesst, der die ursprüngliche Beschaffenheit der Substanz des reifen Eileitereies konservirt hat.

Der Protoplasmamantel lässt zwei Abtheilungen unterscheiden, eine dünne, den grössern Theil der Oberfläche überziehende Lage, die Rindenschicht, und eine an einem Pole der Eikugel gelagerte mässige Ansammlung, den Keim (blastos), der als plan-konvexer Körper mit ziemlich ebener Fläche dem Nahrungsdotter aufliegt. Es ist nicht der entfernteste Anhaltspunkt dafür vorhanden, noch eine das Protoplasma äusserlich überziehende Membran anzunehmen. Weder in der Rindenschicht, noch im Keim zeigt sich eine Spur von Kernen, geschweige denn, dass Zellen in die Zusammensetzung der Rindenschicht eingingen. Hierin stimme ich mit KUPFFER ganz überein. KUPFFER würde nie in den Irrthum verfallen sein, dass beim Heringsei der Keim sich erst unter dem combinirten Einfluss von Salzwasser und Sperma bilden soll, wenn er das unbefruchtete geschlechtsreife Heringsei an Querschnitten studirt hätte.

Ueber die Imprägnation des Eies durch das Sperma liegen für die Knochenfische ausführliche Wahrnehmungen von RANSOM * und KUPFFER, † und für die Petromyzonten von CALBERLA, § und von KUPFFER und BENECKE ** vor.

Am genauesten sind auch hier wieder die Angaben des englischen Forschers. RANSOM gebührt nämlich das Verdienst, wohl zuerst nachgewiesen zu haben, dass die Mikropyle stets über dem Keim sich befinde, und er sagt, dass das Ende des Kanals in der Substanz des Keimes stecke. Wenn er auf den Objektträger Sperma zu den Eiern von Gasterosteus gebracht hatte, drang nach 45 Sekunden das erste Spermatozoon in die Mikropyle, 15 Sekunden später be-

* RANSOM, l. c.
† KUPFFER, l. c.
§ CALBERLA, l. c.
** KUPFFER und BENECKE.

gann die Bildung de Eiraumes (Breathing chambre) und zwar von der Mikropyle aus, dabei zog sich der Dotter zusammen und die innere Mündung des Mikropylenkanales trat aus dem Keime heraus. Er nimmt an, dass sich die Substanz des Keimes bei der Berührung durch das Spermatozoon zurückziehe, wodurch die Oeffnung der Mikropyle frei werde und nun das Wasser eindringe. Andere Experimente sollen ausnahmlos ergeben haben, dass, wenn die Eier derart placirt waren, dass das Deckgläschen der Mikropyle aufliegend dieselbe schloss, nach Zufügung von Sperma keine Bildung der „Breathing chambre" erfolgte; wurde darauf durch Verschiebung des Deckgläschens der Zugang in den Mikropylenkanal wieder zugänglich, so soll gleich darauf der Keim sich zurückziehen und die Bildung eines „Eiraumes" anfangen. Niemals konnte RANSOM weder im Eiraum, noch innerhalb der Substanz des Keimes Spermatozoiden erblicken, obgleich er mehrmals auf das erste Spermatozoon noch einige andere bis in die Mikropyle verfolgen konnte.

Dagegen giebt KUPFFER * an, dass beim Heringsei die Mikropyle keine offene Pforte sein kann, indem das unbefruchtete Ei, wenigstens unter den Verhältnissen, bei denen er beobachtete, kein Wasser aufnimmt. Ob der Klebstoff die Oeffnung verschliesst, oder ein anderer Umstand dazu wirkt, konnte KUPFFER nicht entscheiden. Dass aber die Mikropyle auch beim Heringsei einen offenen Kanal bildet, davon hätte KUPFFER sich an Querschnitten, welche eben den in Rede stehenden Kanal der Länge nach durchschnitten haben, überzeugen können. Alles spricht dafür, sagt KUPFFER, dass Sperma und Wasser beim Hering durch die Eihaut selbst penetriren, wie das ja jetzt für das Säugethierei als erwiesen gelten darf. Wie das Säugethierei sich verhält, weiss ich nicht; beim Fischei ist es aber — abgesehen von allen theoretischen Gründen — kaum denkbar, dass die Spermatozoiden die dicke, beim Heringsei 0,325 Millim. messende Eihaut durchbohren, um so mehr als die Porenkanälchen zu klein sind, um die Spermatozoiden durchzulassen. Nach alledem was ich über diesen Punkt bei der Befruchtung mitgetheilt habe, kann ich auf eine weitere Besprechung verzichten.

Thatsache ist es nach KUPFFER, dass Zoospermien und zwar in grosser Zahl in das Innere des Heringseies eindringen. Er beobachtete in der Weise, dass er die Eier in eine Art Mulde brachte, die durch Aufkleben eines niedren Ringes auf den Objektträger hergestellt war. Unter diesen Umständen konnte er mit dem Immersionssystem 3 mm von H. Schröder in Hamburg, bis zum

---

* KUPFFER, l. c.

Centrum der Eier bequem den Raum beherrschen. Indessen giebt KUPFFER an, er habe das Perforiren der Eihaut durch die Zoospermien nicht mit befriedigender Sicherheit gesehen. Im Dotter bemerkte er bereits nach drei Minuten mehrere, sie waren nicht vollständig zu übersehen, aber mit Sicherheit an dem Hin-und Herschwingen des Kopfes bei langsamer Fortbewegung zwischen den Dotterkugeln zu erkennen. Wie weit sie in die Tiefe drangen, liess sich nicht entscheiden. Einmal zählte er 6 Minuten nach dem Hinzuthun des Sperma, nachdem bereits ein schmaler Eiraum entstanden war, 23 Zoospermien. An demselben Ei traf er 25 Minuten später, nach dem Erscheinen der Rindenlage des Protoplasmas, zahlreiche derselben theils vollständig, theils nur mit den Köpfen in der Substanz steckend. Durchsetzt von diesen Zoospermien concentrirte sich das Protoplasma zum Keim.

Gegen diese positiven Angaben von KUPFFER kann ich nur meine negativen stellen, denn ich habe nie, weder beim Hering, noch bei einem der anderen untersuchten Knochenfische, je in dem Eiraum Spermatozoen erblicken können, noch je das Eindringen derselben in den Dotter gesehen.

KUPFFER * theilt noch einen anderen Fall mit: Es waren in einem Eimer mit Wasser die Eier von einem Weibchen, auf welche das Sperma von einem Männchen abgedrückt wurde. 5 Minuten darauf war das Wasser von den festklebenden Eiern abgegossen und neues eingeschöpft worden. Die Befruchtung war auf See mit klarem Wasser ausgeführt, in Folge dessen war die Eihaut an den Eiern sehr rein. $5^1/_2$ Stunde später befanden sich sämmtliche Eier in vorgerückter Furchung mit 16 und mehr Furchungskugeln. Innerhalb des Wasserraumes waren Zoospermien vorhanden, theils in Bewegung, theils ruhend, die Köpfe waren mit dem erwähnten System bei einer Vergrösserung von $\frac{350}{1}$ durch die Eihaut hindurch gut zu erblicken, bei schiefer Beleuchtung auch einige Schwänze, die aber in der Flüssigkeit des Wasserraumes überhaupt schwer zu unterscheiden sind; einige hafteten der Oberfläche der Furchungskugeln so wohl wie der Rindenschicht an. An einem Ei, dessen Eiraum eine Tiefe von 0,15 mm. besass, begann KUPFFER eine Zählung und konnte ohne Verrückung des Focus allein in einer Horizontalebene, die etwa einem Meridian entsprach, rings um den Dotter herum 231 Zoospermien zählen, von denen reichlich der dritte Theil noch in Bewegung war. Dies genügt nach KUPFFER, um eine Vorstellung von der grossen, unbestimmbaren Menge zu geben. Wenn man nun bedenkt, dass das Lumen des Mikropylenkanales so eng ist, dass nur ein Spermatozoon auf ein Mal

* KUPFFER, l. c. p. 192.

*

hindurch kann, dass das Perforiren der Spermatozoa an anderen Stellen der Eihaut, — wie mir scheint — einfach unmöglich ist, und dass das spermahaltige Wasser schon nach 5 Minuten durch neues ersetzt wurde, dann ist es mir unbegreiflich, wie eine so grosse Zahl von Spermatozoiden in dem Eiraum sich befinden können. Wenn auch das Wasser nicht erneuert war, blieb es dennoch befremdend, denn bei Scorpaena, Julis, Crenilabrus und Heliasis konnte ich die Spermatozoiden kaum eine halbe Stunde in Seewasser lebendig erhalten. Indem nach den Erfahrungen an andern Fischeiern auch eine Concentration des Keimes statt findet, wenn das Sperma ausgeschlossen wird, bespricht KUPFFER * dann die Frage, ob dieselbe nicht wesentlich gefordert und beschleunigt wird, wenn das Ei befruchtet ist und ist geneigt, auf Grund eines Experiments an Hechteiern, vorläufig diese Frage bejahend zu beantworten. Er entnahm einem Weibchen, durch leichtes Streichen über den prall gespannten Bauch, eine geringe Portion von Eiern, von denen die zuerst abgehenden, also präsumtiv reifsten, in ein Gefäss mit reinem Wasser aufgefangen wurden, die folgenden in besamtes Wasser kamen. Beide ungefähr gleich starke Portionen bildeten in gleicher Zeit den Eiraum, nach einer halben Stunde waren an den befruchteten die Keime entschieden grösser als an den unbefruchteten und behielten diesen Vorsprung bis zum Beginn der Furchung, die ungefähr nach $3^1/_2$ Stunden eintrat; die unbefruchteten Keime erreichten dieselben Dimensionen nach 5 Stunden. Hieraus ergiebt sich, wie ich dies ebenfalls gefunden habe, dass die Concentration des Keimes an befruchteten Eiern schneller vor sich geht als an unbefruchteten. Nach KUPFFER erscheinen die ersten Zoospermien in dem Dotter (beim Heringsei) nach 3 Minuten, beginnt die Bildung des Eiraumes nach 15, treten die ersten Flecke hyaliner Substanz (Vacuolen) an der Oberfläche des Dotters nach 18, erscheint die Rindenlage nach 25, überwiegt definitiv das Protoplasma nach einer Eihälfte hin nach 45 Minuten und ist nach zwei Stunden die Concentration zum Keim vollendet und tritt die erste Furche auf.

Ueber die Vorgänge der Befruchtung des Petromyzonteneies verdanken wir CALBERLA die ersten genaueren Mittheilungen. Er fasst die Resultate seiner Untersuchungen folgenderweise zusammen. Für die Befruchtung wird nur ein

* KUPFFER, l. c., p. 193.

einziges Spermatozoon gebraucht, dasselbe tritt in die äussere Mikropyle des unveränderten, reifen Eies ein, durchwandert dieselbe, berührt die zwischen den beiden Mikropylen reichlicher angehäufte dotterkörnchenfreie Protoplasmamasse und dringt endlich in jenes Protoplasma ein. Mit dem Eintreten des Samenkörperchens in die erwähnte Protoplasmaschicht beginnt sofort lateral der Mikropyle die Eihaut sich vom Dotter abzuheben. Bald wird die gesammte, zwischen den Mikropylen befindliche körnchenfreie Protoplasmaschicht von dem durch die Poren der Eihaut eindringenden Wasser zu einem Strang, dem Leitband des Samens, zusammengedrückt, durch welches der Spermakopf und vielleicht ein Theil des Mittelstückes in die innere Mikropyle und den Spermagang eintritt. Bald reisst das Leitband und bildet sein dem Dotter zugehöriges Ende sofort oder erst nachdem es sich für eine kurze Zeit in den Dotter zurückgezogen hat, den über die Dotterperipherie hervorragenden Dottertropfen. Derselbe wird nach kurzer Zeit, meist nachdem in seinem Innern Dotterkörnchen aufgetreten sind, in das Innere des Eies zurückgezogen und damit ist der Befruchtungsvorgang abgelaufen. Die Rindenschicht des Dotters wird durch das die Poren der Eihaut durchdringende Wasser in feine Fäden ausgezogen; diese Fäden reissen endlich und bleiben die Reste derselben als kleine Tröpfchen hellen Protoplasma's an der Innenfläche der Eihaut und an der jetzt eine zackige Oberfläche darbietenden Dotteroberfläche liegen. Sichtbar werden diese Protoplasmafäden dadurch, dass, wie schon oben erwähnt, das Protoplasma einen höheren Brechungsexponent hat als das Wasser. Während des Eintritts des Spermatozoon in den Dotter verliert der Eikern seine scharfen Umrisse, um solche erst nach vollendeter Befruchtung wieder zu erlangen. Er ist dann als Furchungskern im Sinne Hertwig's zu betrachten.

Was den Dottertropfen betrifft, so ist dieser nach Calberla nichts weiter als das centrale Ende des Leitbandes, bestehend aus körnchenfreiem Protoplasma, welches zwischen den Mikropylen vorhanden war und welches sich in den Spermagang selbst bis zum Eikern fortsetzt.

Die Mittheilungen von Calberla sind, wie bedeutend auch, indessen noch in mancher Beziehung lückenhaft. Nicht auf directe Beobachtung sich stützend, sondern nur aus theoretischen Gründen glaubt er, dass eine Conjugation eines Spermakerns und Eikerns stattfindet. Es kommt mir aber höchst unwahrscheinlich vor, dass bei den Petromyzonten ein Eikern im Sinne Hertwig's schon vor der Befruchtung vorhanden ist und eine so tiefe Stelle im Ei einnimmt ich glaube vielmehr, dass hier auch eine Spindel vorkommt, und dass der Dottertropfen Calberla's nichts anderes als das austretende Richtungsbläschen ist.

Calberla * theilt auch die Erscheinungen mit, welche eintreten, wenn das Ei in unbesamtem Wasser liegt. Die Resultate sind folgende: Wird ein dem Weibchen entnommenes reifes Ei in kaltes, fliessendes Wasser von + 8° bis + 10° C. gebracht, so hält es sich in demselben, vorausgesetzt, dass das Wasser die gleiche Temperatur behält, bis zu 10 bis 12 Stunden unverändert und ist es zu jener Zeit noch befruchtungsfähig. Nach der angegebenen Zeit (12 Stunden) gehen jedoch am Ei Veränderungen vor sich, die seine Entwickelungsfähigkeit sofort vernichten. Die Veränderungen sind folgende: Die Rindenschicht der Eihaut quillt in kurzer Zeit stark auf, man bemerkt, wie die körnchenfreie Substanz, die als Rindenschicht des Dotters zwischen diesem und der Eihaut sich befindet, dicker zu werden scheint, dabei fängt die Eihaut an sich vom Dotter abzuheben. Sobald dies an einer Stelle geschehen ist, geht dieser Vorgang an der gesammten Dotterperipherie gleichmässig aber äusserst langsam vor sich. Es kommt bei solchen Eiern nie zu Protoplasmafäden- und Leitbandbildung.

Auch jetzt erscheint, wie am befruchteten Ei, in der innern Mikropylengrube der Dottertropfen, welcher in seinem Bau nicht im geringsten von dem Dottertropfen des befruchteten Eies abweicht. Die weiteren Veränderungen, denen der Dottertropfen jenes unbefruchteten Eies unterliegt, sind jedoch solche, die nicht im entferntesten mit den Veränderungen des Dottertropfens des befruchteten Eies sich vergleichen lassen. Solche Eier sind nicht mehr befruchtungsfähig, sobald, sagt Calberla, als die Eihaut sich an einer, wenn auch nur minimalen Stelle vom Dotter entfernt hat. Dagegen liessen sich Eier, die im kalten Wasser (8—10° C.) bis zu 10 Stunden und länger aufbewahrt waren, und die sich bei der Besichtigung als unverändert erwiesen, mit günstigem Erfolg befruchten.

Schliesslich theilt Calberla noch mit, dass je länger das Ei aus dem Thier entfernt war, vorausgesetzt dass es sich unverändert erhalten hatte, der Befruchtungsvorgang um so schneller ablief. Auch hat er einige Male beobachtet, dass an ganz frischen, reifen Eiern die Befruchtung ein oder zweimal fehl schlug, dagegen sah er nie etwas derartiges bei Eiern, die 6—8 Stunden oder länger in kaltem Wasser sich unverändert gehalten hatten.

Die Resultate, zu welchen Kupffer und Benecke bei den Petromyzonten gelangt sind, weichen in mancher Beziehung von denen Calberla's ab. Nach ihnen kommen für die Befruchtung nur diejenigen Zoospermien in Betracht, die sich in den Bereich der hyalinen Kuppel begeben (Flocke nach A. Müller); dieselben stellen sich sofort radiär zum Uhrglase. Gleich darauf beginnt eine

* Calberla, l. c.

Zurückziehung des Dotters von der Eihaut, nicht am Pole des Eies, sondern zunächst in einer Ringzone entsprechend der Peripherie des Uhrglases. Während CALBERLA also angiebt, dass die Retraction des Dotters nur Folge der Berührung von Zoosperm und Eiinhalt ist, geben KUPFFER und BENECKE dagegen an, dass die Zurückziehung des Dotters nicht auf einer Contact-, sondern auf einer Fernwirkung der radiär geordneten Zoospermien beruht. Die Retraction des Dotters leitet sich ein, selbst wenn nur ein Zoosperm durch die hyaline Kuppel seinen Weg in radiärer Richtung verfolgt, die Lebhaftigkeit dieser Erscheinung erhöht sich aber mit der Zahl der Zoospermien. Bei der Retraction des Dotters zieht sich das hyaline Protoplasma, wie auch CALBERLA schildert, in helle Fäden aus, während in der Richtung der Eiaxe ein starker Strang sich zeigt, den sie den Axenstrang des Protoplasma nennen, derselbe ist mit dem Leitband des Sperma identisch. Das bevorzugte Zoosperm dringt keineswegs stets auf dem Scheitel des Uhrglases, also am Pol hindurch, sondern perforirt an den verschiedensten Punkten dieser Region die Eihaut. Hieraus ergiebt sich nach ihnen, dass der Axenstrang des Protoplasma nicht die Bedeutung eines Leitbandes des Sperma hat. In der Mehrzahl der Fälle sahen sie ausser diesem Zoosperm kein zweites, geschweige denn ihrer mehre mit dem gesammten Kopfe durch beide Schichten der Eihaut bis in den Eiraum dringen. In zwei Fällen indessen sahen sie mit Sicherheit noch ein zweites hindurchgelangen, und in einem Falle ausser dem bevorzugten, noch zwei andere im Eiraum; unter allen Umständen aber ist das Verhalten des einen Zoosperms, das sie das bevorzugte nennen, von dem aller übrigen ausgezeichnet. Das bevorzugte Zoosperm verfolgt in stetem ruhigem Gange seinen Weg durch die Eihaut in den Eiraum und weiter, denselben Radius innehaltend, in den Dotter seinen ganzen Schwanz nachziehend, der Kopf wird, je näher er dem Dotter kommt, um so mehr gedehnt. Die wenigen Spermatozoiden, die ausser dem bevorzugten in den Eiraum gelangen, dringen nicht in den Dotter hinein, sondern kommen in dem Eiraum zur Ruhe.

Was die Veränderungen am Dotter betrifft, so geben KUPFFER und BENECKE an, dass der Axenstrang des Protoplasma (das Leitband des Sperma von CALBERLA) sich nicht immer bildet. Untersucht man nach ihnen nach erfolgter Zurückziehung des Dotters, die Innenfläche des Uhrglases der Eihaut, so findet man ausnahmslos an derselben einen Körper, der von dem Dotter daselbst zurückgelassen wurde. Dieser Körper macht den Eindruck eines Kerns, der von einer geringen Portion grobkörniger Masse umgeben ist. Sie betrachten diesen Körper als einen „Richtungskörper", den das reife Ei vor dem Befruchtungsakte oder während desselben ausstösst, und der mit einem hohen Grade von Wahrscheinlichkeit von der Substanz des verschwindenden Keimbläschens hergeleitet werden kann. Dieser Körper

fällt der Lage nach nie mit der Mikropyle zusammen. Wird diese excentrisch angetroffen, so ist der Richtungskörper nach der entgegen gesetzten Seite hin zu suchen.

Bevor noch die Zurückziehung des Dotters das Maximum erreicht hat, am Ende der zweiten oder am Anfange der dritten Minute, beginnt ein neuer Akt und zwar hebt sich aus dem Centrum der ebenen Endfläche des Dotters eine Masse klaren Protoplasma's aus dem dunklen Dotter hervor. Das Aufstreben des Zapfens dauert zwei bis drei Minuten, die Berührung desselben mit der Eihaut fällt also in die sechste Minute, immer von dem Momente der Vereinigung von Sperma und Eiern an gerechnet. Dann beginnt der Rückzug des Zapfens. Bevor der Zapfen auf seinem Rückzuge in dem Dotter verschwindet, sieht man während der lebhaften Bewegungen, die derselbe ausführt, innerhalb seiner vorher ganz klaren Masse einen kugligen granulirten Körper entstehen, der schliesslich, wenn der Zapfen wieder im Dotter versinkt, aus demselben ausgestossen wird. Der Rückzug des Zapfens dauert meist etwas länger als das Hervortreten desselben, 3—5 Minuten. Sie glauben, dass demselben bei der Befruchtung eine active ergänzende Rolle zukommt.

Es ergiebt sich also, dass die Resultate von Calberla einerseits, Kupffer und Benecke andererseits nicht unbedeutend von einander abweichen. Wichtig ist die Uebereinstimmung, dass bei der Befruchtung der Eier von Petromyzon nur einem Zoosperm eine ausgezeichnete Rolle zufällt, wenn auch Kupffer und Benecke behaupten, dass auch andere Zoospermien in anderer Weise an dem Befruchtungsakte betheiligt sein können, während nach Calberla nur ein Spermatozoon in das Ei eindringt.

Salensky's in russischer Sprache geschriebene Abhandlung über die Entwickelungsgeschichte des Sterlets (Acipenser ruthenus) ist mir nur so weit verständlich, als von derselben eine kurze Mittheilung in dem Zool. Anzeiger und ein Referat in dem Jahresb. erschienen ist. Aus ersterer Mittheilung geht hervor, dass beim Sterlet das Keimbläschen in der ersten Stunde nach dem Ablegen des Eies nicht mehr zu finden ist; anstatt desselben bemerkt man im Keime mehrere kleinere, aus durchsichtiger Substanz bestehende Inseln, welche in der Keimmasse zerstreut sind und ihrem Bau nach dem Keimbläschen vollkommen ähneln. Die Identität der Substanz mit der des Keimbläschens weist darauf hin, dass das Keimbläschen bei den Sterleteiern noch vor der Befruchtung in mehrere Theile zerfällt. Die Befruchtung markirt sich durch das Auftreten einer hellen, scheibenförmigen Masse am oberen Eitheile, welche dem Hertwig'schen schleierförmigen Körper (siehe gleich unten) der Amphibieneier

vollkommen entspricht, und aus einer durchsichtigen, fast homogenen Substanz besteht. Auf der Oberfläche des schleierförmigen Körpers kann man schon in Spirituspräparaten eine ungeheure Masse von Spermatozoen bemerken. Die Oberfläche des Keimes erscheint zur Zeit der Befruchtung stark pigmentirt. Am oberen Pol des Eies tritt diese Pigmentirung am stärksten hervor, dringt nach innen in den Keim hinein und bildet einen Streifen, der Pigmentstrasse bei den Amphibien ähnlich, die wahrscheinlich den Weg zeigt, auf welchem das Spermatozoon in das Ei eindringt.

Dann treten zwei Kerne auf, die sich nähern und zum Furchungskern zusammenschmelzen. Die Bildung des einen Kerns (Eikern: Hertwig, weiblicher Pronucleus: Salensky) geschieht auf Kosten der oben erwähnten Inseln, der andere Kern (Spermakern Hertwig, männlicher Pronucleus: Salensky) stellt einen wandungslosen, aus einer feinkörnigen durchsichtigen Substanz bestehenden Körper dar, der in dem jüngsten Entwickclungsstadium an unteren Ende der Pigmentstrasse liegt. Auch hier entsteht also der erste Furchungskern aus der Conjugation zweier Kerne.

Ungefähr ähnlich lauten die Angaben bei den Amphibien, wie aus den Untersuchungen von O. Hertwig * und van Bambeke † hervorgeht. Alle befruchteten Eier zeigen hier am schwarzen Pole in übereinstimmender Weise eine Veränderung, die schon bei schwacher Vergrösserung sichtbar ist. Dieselbe besteht hierin, dass die Mitte des schwarzen Feldes heller erscheint, als ob es mit einem dünnen Schleier unpigmentirter Substanz überzogen wäre (Fovea germinativa: Max Schultze; fossete germinative: van Bambeke). Sowohl Hertwig als van Bambeke betrachten diese helle, gelblich erscheinende Substanz als die Reste des Keimbläschens, die nach ihrer Afluösung und Vertheilung im Dotter durch Contraction des Protoplasma ausgepresst worden sind. Eine Stunde nach der Befruchtung tritt in der Mitte des schwarzen Poles ein früher nicht vorhandener, kleiner, pigmentirter Fortsatz: Pigmentstrasse Hertwig; figure claviforme: van Bambeke, auf. Der Fortsatz ist an seinem centralen Ende kolbig verdickt und umschliesst hier einen hellen Fleck; während der Pigmentfortsatz sich mehr und mehr verlängert, vergrössert sich der in seinem kolbigen Ende gelegene Kern in ganz auffallender Weise. In diesem Entwickelungsstadium kommt ein zweiter Kern vor, welcher stets einer anderen Hälfte der Dotter-

---

* O. Hertwig, Beiträge zur Kenntniss der Bildnng, Befruchtung und Theilung des thierischen Eies, in: *Morphol. Jahrb.*, Bd. III, p. 1, 1877.

† C. van Bambeke, Recherches sur l'embryologie des Batraciens, in: *Bull. de l'Acad. royale de Belgique*, 2. Serie, T. LXI, 1876.

kugel als die Pigmentstrasse angehört und von der Spitze der letzteren durch einen schmalen Zwischenraum getrennt wird. Etwa $1^1/_2$ Stunde nach der Befruchtung sind zwei nahezu gleich grosse Kerne in der Dotterkugel vorhanden. Sie liegen nahe beisammen und lassen sich leicht von einander unterscheiden. Die beiden Kerne rücken dichter an einander, bis ein jeder schliesslich die beträchtliche Grösse von 0,035 Millim. erreicht. Sie legen sich jetzt dicht an einander, platten sich gegenseitig ab, verschmelzen dann und bilden endlich den Kern der ersten Furchungskugel. Nach $2^1/_2$ Stunden scheint die Vereinigung der beiden Kerne vollzogen.

VAN BAMBEKE und HERTWIG lassen beide den am Ende der Pigmentstrasse beobachteten Kern von dem Eindringen eines Spermatozoon herrühren (Spermakern: HERTWIG), das als Spur seines Weges die Pigmentstrasse zurücklässt. Während aber VAN BAMBEKE angiebt, dass der Spermakern später verschwindet und sich mit dem umgebenden Protoplasma vermischt, sah HERTWIG den Spermakern stätig wachsen. Der zweite Kern ist den früheren Beobachtern entgangen und zuerst von HERTWIG gesehen und beschrieben und von demselben als „Eikern" bezeichnet. Ob dieser Kern im Froschei nicht schon früher vorhanden gewesen, oder ob er erst $1^1/_2$ Stunde nach der Befruchtung, wo HERTWIG ihn zuerst wahrnahm, entsteht, bleibt unentschieden. HERTWIG ist nicht ungeneigt anzunehmen, dass der zweite Kern vielleicht schon gleich nach der Auflösung des Keimbläschens im Ei vorhanden ist. Aus dem Vorkommen von nur einer Pigmentstrasse an befruchteten Batrachiereiern glauben VAN BAMBEKE und HERTWIG schliessen zu dürfen, dass nur ein Spermatozoon in den Dotter hineingelangt. Bei den Urodelen dagegen beobachtete VAN BAMBEKE mehrere Pigmentstreifen, welche er auf ein Eindringen von einer grossen Anzahl von Spermatozoiden zurückführt.

Vom Säugethierei (Kaninchen) schrieb VAN BENEDEN * schon vor 6 Jahren: „Il resulte de ce que précède que le premier noyau de l'embryon se développe aux dépens de deux pronuclei, l'un périphérique qui dérive de la couche superficielle de l'oeuf, l'autre formé au milieu de la masse centrale du vitellus. Comme j'ai etabli que les spermatozoides s'accolent à la surface du vitellus pour se confondre avec la couche superficielle du globe, il me paraît probable que le pronucleus superficiel se forme au moins partiellement aux dépens de la substance

* E. VAN BENEDEN, La maturation de l'oeuf, la fécondation etc. Comm. prélim. in: *Bull. de l'Academie royale de Belgique*, 2 Série, T. XL, N. 12, 1875.

spermatique. Si, comme je pense, le pronucleus central se constitue exclusivement d'éléments fournis par l'oeuf, le premier noyau de l'embryon serait le résultat de l'union d'éléments mâles et femelles. J'énonce cette dernière idée comme une simple hypothèse, comme une interprétation que l'on peut ou non accepter."

Van Beneden glaubt nämlich, dass die Spermatozoen nicht in die Eier eindringen, sondern dass wie er sagt: „la fécondation consiste essentiellement dans la fusion de la substance spermatique, avec la couche superficielle du globe vitellin". Die Richtungskörperchen werden nach van Beneden unabhängig von der Befruchtung ausgestossen und ebenfalls sind nach ihm „le retrait du vitellus et la cessation de toute séparation en substance corticale et médullaire, des phénomènes indépendants de la fécondation".

Von dem befruchteten Ei der Fledermaus geben van Beneden und Julin * an „dans le vitellus de la plupart des oeufs, nous avons observé deux éléments nucléaires, tantôt séparés, tantôt accolés l'un à l'autre; le plus souvent ils sont pourvus chacun d'un gros nucléole; ils sont claires, ordinairement arrondis et à contours très net, quand on les observe sur le vivant; ils prennent dans le carmin de Beale, appliqué après l'action de l'acide osmique, une teinte rose uniforme et leurs contours deviennent alors beaucoup plus indécis. Quoique ces éléments diffèrent assez notablement des pronuclei de l'oeuf fecondé du Lapin, nous croyons ne pas nous tromper en les considérant, l'un comme pronucléus mâle, l'autre comme pronucléus femelle.

Ueber die im befruchteten Eie stattfindende Conjugation zweier Kerne, von denen der eine den Spermakern, der andere den Eikern repraesentirt, liegen bekanntlich bei den niedren Thieren schon mehrere Angaben vor.

So beschreibt z. B. O. Hertwig dieselbe bei Sagitta † und Nephelis § unter den Würmern, und ebenso Whitman ** bei Clepsine. Bei den Mollusken wird sie erwähnt von Fol †† bei Cleodora lanceolata und Cym-

* E. van Beneden et C. Julin, Observations sur la maturation, la fécondation et les segmentation de l'oeuf chez les Cheiroptères, in: *Archives de Biologie*, T. I, fasc III, p. 551, 1880.

† O. Hertwig, Die Chaetognathen. Eine Monographie. Jenaische Zeitschrift für Naturw., Bd. XIV, 1880.

§ O. Hertwig, Beiträge zur Kenntniss der Bildung, Befruchtung und Theilung des thierischen Eies, in: *Morphol. Jahrb.*, Bd. III, p. 1, 1877.

** Whitman, The Embryologie of Clepsine. *Quarterly Journ. micros. of Sc.* 1878, p. 215.

†† H. Fol, Etude sur le développement des Mollusques. 1 Mémoire; sur le développement des Ptéropodes, in: *Archives de Zool. expérim. et générale*, T. IV, p. 1, 1875.

bulia Peronii, so wie bei Pterotrachea mutica und Frider,* und von O. HERTWIG bei Tellina † unter den Lamellibranchiaten. Unter den Echinodermen wird sie erwähnt von SELENKA § bei Toxopneustes variegatus, von HERTWIG ** und FOL †† bei Toxopneustes lividus und von FOL §§ bei Asterias glacialis.

Bekanntlich sind es die Echinodermen gewesen, bei welchen man zuerst im Stande war, mit grösserer Bestimmtheit nachzuweisen, dass nur Ein Spermatozoon in den Dotter eindringt, und dort die Bildung des Spermakerns bedingt.

Aus der oben mitgetheilten Literaturangabe geht also hervor, dass bei Echinodermen, Würmern, Mollusken, Knochenfischen, Ganoiden, Amphibien und Säugethieren der erste Furchungskern (Keimkern: STRASSBURGER) aus der Copulation zweier Kerne: Eikern (pronucléus centrale s. femelle) und Spermakern (pronucléus périphérique s. mâle) entsteht, und wir dürfen wohl annehmen, dass ähnliches bei allen Metazoa der Fall sein wird. Bekanntlich sind es die prachtvollen Untersuchungen von VAN BENEDEN, BÜTSCHLI, FOL und HERTWIG gewesen, denen wir die ersten genaueren Angaben über die ersten Vorgänge bei der Befruchtung verdanken.

Zwar hat SCHNEIDER *** die von den eben genannten Autoren gegründete Lehre der Befruchtung zu entkräften gesucht, indem nach ihm die eingedrungenen Spermatozoen untergehen und zwar entweder unmittelbar in kleine Stücke zerfallen, oder sich zu kugelförmigen Zellen mit Kern zusammenziehen, welche unter allmählicher Verkleinerung schwinden und ferner zu beweisen gesucht, dass die Zahl der eindringenden Spermatozoen bei Aulostomum bis zu hundert,

---

* FOL, Recherches sur la fécondation et le commencement de l'hénogénie chez divers animaux 1879 (Tiré des *Mémoires de la Société de physique et d'histoire naturelle de Genève*, T. XXVI).

† O. HERTWIG, Weitere Beiträge zur Kenntniss der Bildung, Befruchtung und Theilung des thierischen Eies, in: *Morphol. Jahrb.*, p. 271, T. III, 1877.

§ E. SELENKA, Befruchtung des Eies von Toxopneustes variegatus. Ein Beitrag zur Lehre von der Befruchtung und Eifurchung 1878.

** O. HERTWIG, Beiträge zur Kenntniss der Bildung, Befruchtung und Theilung des thierischen Eies, in: *Morphol. Jahrb.*, B. I, p. 347, 1876.

†† H. FOL, Siehe oben.

§§ FOL, Sur le commencement de l'hénogénie, ches divers animaux, in: *Archives de Zool. expérimentale et générale*, T. XVI, p. 145, 1877.

*** A. SCHNEIDER, Ueber Befruchtung der thierischen Eier. *Zool. Anzeiger* III. Jahrg. N. 63. p. 426.

bei Nephelis tausend, bei Mesostomum etwa zehn beträgt, doch muss ich diesen jedenfalls nur vorläufigen Mittheilungen gegenüber das von mir an Knochenfischeiern Beobachtete stellen, das in jeder Beziehung im Stande ist, die neue Lehre zu stützen.

Ueber den Ursprung des ersten Kerns in dem noch ungefurchten Keim der Knochenfische besitzen wir noch sehr wenige Angaben. OELLACHER * sagt „ich vermochte, trotz der mühsamsten Nachforschungen nur einmal den Kern im noch ungefurchten Keime aufzufinden. Derselbe war rund, scharf contourirt und maass 0,080 Millim. in Durchmesser. In seinem Innern konnte ich noch ein ebenfalls rundliches Körperchen von 0,040 Millim. Durchmesser deutlich beobachten; derselbe lag etwas excentrisch im Keime und näher der Oberfläche desselben als der Basis."

Und vom Hechtei giebt KUPFFER † an „Hier kann man nun 15—20 Minuten nach der Befruchtung den ersten Kern des Keimes mit voller Deutlichkeit erblicken, wenn man das Ei mit der Mikropyle nach unten richtet und von dem Gegenpol aus beobachtet, den Tubus so weit senkend, bis die an Fetttröpfchen reiche Basalschicht des Keimes, der disque huileux von LEREBOULLET, vorliegt. Zwischen diesen Fetttropfen, also ganz an der Basis des Keimes, erscheint der Kern als ein glashelles, homogenes Kügelchen, das anwachsend allmählich eine scharfe Umgrenzung erhält, die durchaus den Eindruck einer Kernmembran macht. Einen Kernkörper, überhaupt eine Differenzirung innerhalb des wachsenden Kernes, sehe ich durchaus nicht. Auffallend ist die tiefe Lage des Kernes innerhalb einer Schicht, die sich an der Furchung nicht betheiligt, und bliebe derselbe da, so wäre es nicht zulässig, die Kerne der beiden ersten Furchungssegmente von diesem abzuleiten. In der That aber rückt der Kern mit der Vergrösserung des Keimes aus der fettreichen Schicht hinaus und weiter in den Keim hinein. Aber die Dickenzunahme der fein granulirten und somit undurchscheinenden Keimsubstanz und die Ortsveränderung des Kernes setzen dieser Beobachtung ihre Grenzen. Damit ist die hervorgehobene Lücke in der Beobachtungsreihe zu einem Theil ausgefüllt und es liegt kein Bedenken vor, dies Resultat auf das Heringsei zu übertragen."

---

* J. OELLACHER, Beiträge zur Entwickelungsgeschichte der Knochenfische, in: *Zeitschrift f. wiss. Zool.* B. XXII, p. 373. 1872.

† KUPFFER, l. c., p. 206.

Rückblick und Zusammenfassung.

Ueberblicken wir noch einmal die gewonnenen Resultate, dann ergiebt sich folgendes. Bei den Knochenfischen bildet sich der erste Furchungskern aus der Conjugation zweier Kerne. Der eine dieser beiden Kerne ist der Eikern (Pronucleus femelle), der andere der Spermakern (Pronucleus mâle). Am schönsten ist die Conjugation dieser beiden Kerne zu sehen an den prachtvollen, vollständig pelluciden Eiern von Scorpaena und Julis, ebenso an den schon weniger durchsichtigen Eiern von Crenilabrus, bei den anderen untersuchten Knochenfischen (Heliasis, Gobius, Hering) sind die Eier nicht klar genug, um hier über diese höchst wichtige Frage einige Auskunft geben zu können.

Sobald das Ei befruchtet, und ein Spermatozoon so tief in den Mikropylenkanal vorgedrungen ist, dass es den Keim, vielleicht selbst die Spindel berührt, fangen zugleich die ersten Erscheinungen an der Spindel und am Keime sich abzuspielen an. Um den unteren Pol der Spindel bildet sich ein kleiner, heller Protoplasmahof, ob Aehnliches auch am oberen Pol stattfindet, lässt sich schwierig sagen, denn derselbe liegt der inneren Mündung des Mikropylenkanals so eng an, dass es nicht möglich ist, mit Bestimmtheit zu sagen, was an diesem Pole vor sich geht.

Die Protoplasmakörnchen, welche in dem unbefruchteten Ei regellos verbreitet liegen, gruppiren sich allmählich mehr und mehr um die beiden Pole der Spindel in deutlichen Radien, besonders um den kleinen, hellen Protoplasmahof des unteren Poles, kurz es kommt zu der Bildung der allgemein bekannten karyolitischen Figuren, zu der Bildung des „Amphiaster de rébut" von Fol. Kaum sind die Sonnen deutlich geworden, oder zu gleicher Zeit, bemerkt man, dass der Keim sich schon zu dem Mikropylenpol zu contrahiren anfängt. Jetzt treten auch die ersten Veränderungen an der Spindel selbst ein, sie wird nämlich erst etwas kürzer und dicker, Aehnliches gilt auch von der Kernplatte, dann nimmt sie wieder ihre frühere Gestalt an, um gleich darauf sich zu verlängern, allmählich dünner und dünner zu werden, und schliesslich vollständig zu verschwinden. Sobald die Spindel sich zu verlängern anfängt, tritt gleichzeitig die Theilung der Kernplatte ein. Der aus der centralen Spindelhälfte sich bildende Kern ist der Eikern, der aus der peripherischen Spindelhälfte sich bildende Kern ist das Richtungskörperchen, welches bei Scorpaena, Julis und Crenilabrus durch den Mikropylenkanal das Ei verlässt. Indem die Theilung der Spindel sich sogleich einleitet, wenn das Spermatozoon so tief in den Mikropylenkanal eingedrungen ist, dass es den Keim berührt, das Lumen des Mikropylenkanals so eng ist, dass niemals mehr als ein einziges Spermatozoon zu gleicher Zeit den in Rede stehenden Kanal passiren kann, versagt also das sich abschnürende und aus dem Mikropylenkanal heraustretende Richtungskörperchen bei Scorpaena, Julis und Crenilabrus den anderen

Spermatozoiden den Zugang. Bei den eben genannten drei Gattungen von Knochenfischen *kann also nicht mehr als Ein Spermatozoon in das Ei eindringen.*

Unmittelbar unterhalb der inneren Mündung des Mikropylenkanals, also unmittelbar an der Stelle, wo das Spermatozoon in den Keim gedrungen ist, entsteht, bevor die Spindel vollständig verschwunden und der Eikern, wenn auch noch äusserst klein, doch schon zu sehen ist, eine neue Sonne und alsbald in dem hellen Hofe dieser Sonne ein zweites kleines Kernchen, der Spermakern. Um beide Kern stehen die Protoplasmakörnchen in scharf ausgeprägten Radien. Beide Kerne werden nun allmählich grösser und grösser, wandern auf einander zu, um schliesslich mit einander zum ersten Furchungskern zu verschmelzen. Noch während der Conjugation bildet sich aus den mit einander verschmelzenden Kernen eine neue Spindel, deren longitudinale Axe in der Eiaxe liegt. Noch bevor die Conjugation eintritt, hat der Keim sich vollständig am Mikropylepol contrahirt. Nur die durchaus klaren und durchscheinenden Eier von Scorpaena und Julis sind im Stande über alle die in Rede stehenden Verhältnisse Auskunft geben zu können. Bei den Eiern von Scorpaena bildet sich nur ein sehr kleiner Eiraum, der eigentlich erst dann deutlich wahrzunehmen ist, wenn das Ei sich zur Furchung vorbereitet. Aehnliches gilt auch von den Eiern von Julis. Bei Crenilabrus dagegen ist der Eiraum schon grösser, indem er sich aber erst sehr spät, in der Umgebung der inneren Mikropylenöffnung bildet, bleibt der Keim in inniger Berührung mit der inneren Oeffnung dieses Kanals und dadurch kann also bei diesen drei Knochenfischgattungen das Richtungskörperchen nur durch den Mikropylenkanal nach aussen treten, indem zwischen Keim und Zona radiata kein Raum besteht. Dagegen bildet sich bei anderen Knochenfischen kurz nachdem das Spermatozoon so tief in den Mikropylenkanal eingedrungen ist, dass es den Keim berührt, schon sehr bald ein grosser Eiraum aus, so z. B. bei Heliasis. Demzufolge kann hier das sich abschnürende Richtungsbläschen auch nicht durch den Mikropylenkanal nach aussen treten, sondern bleibt innerhalb des Eiraumes. Indem bei Scorpaena, Julis und Crenilabrus nur ein einziges Spermatozoon in das Ei eindringen kann, ist es höchstwahrscheinlich, dass Aehnliches auch für alle Knochenfische gilt, obgleich es für den Augenblick nicht möglich ist, mit Bestimmtheit zu sagen, welche Momente den Eintritt anderer Spermatozoiden — auch in den Fällen, in welchen sich zwischen Keim und innerer Mikropylenöffnung ein grosser Eiraum bildet — verhindern vielleicht sind sie in der Spannung der Zona radiata zu suchen, durch welche die innere auf die papillenförmige Hervorragung der Zona ausmündende Oeffnung des Mikropylenkanals mehr oder weniger verschlossen wird. Im Eiraume selbst habe ich niemals Spermatozoiden erblickt. Nur durch den Mikropylenkanal können die Spermatozoiden

in das Ei eindringen. Die Erscheinungen, welche auftreten, wenn man geschlechtsreife Knochenfischeier in unbesamtem Wasser aufbewahrt, sind sehr verschieden. Von einer und derselben Portion Eier, von welcher ein Theil befruchtet wurde und die Eier sich regelmässig entwickelten, zeigte ein anderer Theil auch nach 24 stündigem Liegen in unbesamtem Wasser noch nicht die geringsten Veränderungen, bei wieder anderen derselben Portion war nach vier Stunden die Spindel verschwunden, das Richtungskörperchen ausgetreten, und hatte sich der Keim ebenso stark contrahirt, als ob das Ei befruchtet gewesen wäre, nur dass die Concentration des Keimes hier viel langsamer vor sich geht als beim befruchteten Ei. Bei noch anderen Eiern derselben Portion war nach 4—6 Stunden die Spindel noch vorhanden, dagegen hatte der Keim sich schon zu einer bedeutenden Höhe contrahirt. Ob in den beiden letzten Fällen die Eier noch befruchtungsfähig sind, weiss ich nicht, denn zu diesen Versuchen fehlte mir die Gelegenheit. In den Fällen, in welchen schon nach vier Stunden der Keim sich contrahirt hatte und das Richtungskörperchen ausgestossen war, habe ich im Keim niemals mit Bestimmtheit einen Kern (Eikern) gesehen. Die Concentration des Keimes, das Ausstossen des Richtungskörperchens und das Verschwinden der Spindel sind Erscheinungen, welche unabhängig von einander und von der Befruchtung eintreten können. Welchen Ursachen es zuzuschreiben ist, dass bei einem Theil derselben Portion Eier, wenn sie in unbesamtem Wasser liegen, durchaus keine Veränderungen eintreten, bei anderen dagegen diejenigen sich zeigen, von welchen oben die Rede war, ist nicht leicht zu sagen, vielleicht dass für die Eier der höchste Reifezustand nothwendig ist, um auch in unbesamtem Wasser die oben erwähnten Erscheinungen eintreten zu lassen, und dass, wenn dieser Zustand noch nicht erreicht ist, das Ei in unbesamtem Wasser unverändert bleibt, obgleich es doch schon befruchtungsfähig ist.

V. Die Furchung, Archiblast und Parablast.

Ich werde zuerst wieder die Furchung bei dem Ei von Scorpaena beschreiben. Wir haben dasselbe in einem Stadium verlassen, in welchem die beiden Kerne, eben nachdem sie mit einander verschmolzen sind, an frischen Objecten sich nicht mehr nachweisen lassen. Nach Zusatz von Essigsäure ergiebt sich aber, dass sie unmittelbar nach, vielleicht selbst noch während der Verschmelzung, sich schon wieder in eine neue Spindel umgebildet haben. Ebenfalls haben wir bereits gesehen, dass dabei die Protoplasmakörnchen auf anderer

Weise sich gruppiren, indem sie jetzt in Radien um die beiden Pole stehen. Die Spindel zeigt wieder die bekannten feinen Kernfasern und die verdickte Mittelzone (vergl. Taf. II, Fig. 15). Sie liegt in der Keim-, respective Ei-Axe, ist aber in dieser Lage für die Beobachtung so schwer zugänglich, dass es mir nicht möglich gewesen ist, alle Erscheinungen, die sich an derselben abspielen, genau zu verfolgen. Nur so viel kann ich mit Bestimmtheit angeben, dass sich nach kurzer Zeit an den Stellen, wo sich ungefähr die beiden Pole der Spindel befanden, zwei neue Kerne gebildet haben, die allmählich deutlicher und schärfer hervortreten, und die Mittelpunkte zweier neuer Sonnen werden. Der erste Furchungskern hat sich also in zwei neue Kerne getheilt (Taf. III, Fig. 12). Beide liegen in der Axe des Keimes, der eine ungefähr zur halben Höhe der Axe, der andere nahe dem Nahrungsdotter. Die Gestalt des Keimes wird in diesem Stadium eine etwas andere, indem sie von der einer bi-convexen, in die einer convex-planen Linse übergeht. Mit der Theilung des ersten Furchungskerns in zwei neue wird die Eitheilung eingeleitet. Das oberste an dem Mikropylenpol gelegene Stück, welches den einen Kern enthält, besteht nur aus Protoplasma, es bildet die Anlage aller Keimblätter, ich werde dasselbe als „Archiblast" bezeichnen. Das andere, bei weitem grössere Stück, welches hauptsächlich aus Deutoplasma besteht und das ich „Parablast" nennen werde, hängt in diesem Stadium noch continuirlich mit dem Archiblast zusammen, es besteht aber nicht allein aus Deutoplasma, sondern ihm kommt, wie wir gleich sehen werden, von dem Keim, dem Protoplasma der Theil zu, in welchem der andere Kern liegt und der als eine, wenn auch äusserst dünne Schicht über den ganzen Nahrungsdotter sich fortsetzt.

Nur der Archiblast furcht sich, sein Kern wird die Mutter der Kerne aller Furchungszellen; der Parablast furcht sich nicht, es kommt hier nur zu Kerntheilung, er wird also in eine vielkernige Zelle umgebildet.

Während nun bei der gewöhnlichen Zellvermehrung auf die Kerntheilung die Theilung des Zellkörpers folgt, sind die Verhältnisse hier etwas anders. Das Ei von Scorpaena ist, im Vergleich zu den gewöhnlichen Zellen immer eine sehr grosse Zelle, und es wird also eine geraume Zeit dauern, bevor die Furche, welche alsbald Archiblast und Parablast von einander scheiden soll, so tief vorgedrungen ist, dass wirklich völlige Trennung beider Stücke folgt. Bevor es hierzu kommt, hat sich der erste Kern des Archiblast, und wie mir höchst wahrscheinlich ist, auch der des Parablast, schon wieder in eine neue Spindel umgebildet. Besonders die des Archiblast ist deutlich zu sehen (Sie Taf. III, Fig. 3), sie liegt in einer Richtung, welche die Eiaxe unter einem rechten Winkel schneidet; nicht so deutlich ist die des Parablast, indem sie durch ihre

mehr centrale Lage für die Wahrnehmung viel weniger zugänglich ist. Es wiederholen sich nun dieselben Erscheinungen, wie sie bei jeder Zelltheilung angetroffen werden. Gruppirung der Protoplasmakörnchen um die Pole der Spindel, Theilung der Kernplatte, Bildung zweier neuer Kerne u. s. w. Nach einer und drei Viertel Stunden fängt die Umbildung des ersten Kerns des Archiblast und wie gesagt, auch höchst wahrscheinlich der des Parablast, in eine neue Spindel an. Nach einer Stunde und 50—55 Minuten sind in dem Archiblast zwei Kerne vorhanden, und gleich darauf schneidet die erste Furche in dem Archiblast ein. Derselbe besteht dann aus zwei gleich grossen Stücken, die aber nur durch eine meridionale Furche (Hauptfurche) getrennt sind, an ihrer Basis jedoch noch mit dem Parablast zusammenhängen. Kaum aber ist dies Stadium erreicht, oder zugleich beginnt auch wieder der Kern der beiden Stücke des Archiblast sich in eine neue Spindel umzubilden, und nach zwei Stunden und fünf Minuten ist der Archiblast in vier Stücken getheilt. Dieselben liegen dann vollständig frei, indem sie sich an ihrer Basis auch von dem Parablast getrennt haben. Ich brauche kaum zu bemerken, dass sie dem Nahrungsdotter nicht unmittelbar aufliegen, sondern von demselben durch eine Protoplasmaschicht getrennt werden, welche den ganzen Nahrungsdotter umgiebt und unter dem Archiblast am dicksten ist. Letztere ist natürlich der Theil des Keimes, in welchem der untere Kern lag, die bei der Theilung des ersten Furchungskerns entstanden ist. Die Theilung des ersten Kerns des Parablast habe ich nicht genau verfolgen können, in dem Stadium jedoch, in welchem der Archiblast aus zwei Theilstücken besteht, von denen jedes sich zu einer neuen Theilung vorbereitet, trifft man ebenfalls in der Protoplasmaschicht des Parablast zwei freie Kerne an, die sich ebenfalls zur Theilung anschicken (Taf. IV, Fig. 1). Wenn also der Archiblast sich in vier Furchungszellen getheilt hat, besteht der Parablast aus einer vierkernigen Zelle (vergl. Taf. IV, Fig. 2). Nach zwei und einem Viertel Stunder hat der Archiblast sich in 8 (vergl. Taf. IV, Fig. 3) nach drittehalb Stunden hat er sich in 16 Furchungskugeln getheilt. Obgleich ich nun auch die Theilung des ersten Kerns des Parablast nicht genau verfolgen konnte, so glaube ich, doch, dass kaum Jemand daran zweifeln kann, dass die beiden Kerne des Parablast durch Theilung ihres ersten Kerns entstanden sind.

Die Furchung verläuft jetzt regelmässig weiter. Während der ersten Stunden trifft man die Kerne des Archiblast immer in demselben Stadium der Theilung oder der Ruhe an. Ganz ähnlich verhalten sich die freien Kerne des Parablast. Sind z. B. die Kerne der Furchungskugeln des Archiblast in die Spindelform übergegangen, dann trifft man die freien Kerne des Parablast in demselben

Zustande an. Tritt die Theilung der Kernplatte ein, so findet man Aehnliches an allen freien Kernen des Parablast, haben sich aus den in Theilung begriffenen Kernen der Furchungszellen, aus jedem derselben zwei neue Kerne gebildet, so bemerkt man dasselbe an den Kernen des Parablast.

Alle freie Kerne des Parablast findet man also immer in demselben Zustande von Ruhe oder von Thätigkeit, i. e. Theilung. Von einem Ruhe-Zustand ist aber kaum zu reden, denn eben nachdem jeder Kern sich in zwei neue Stücke getheilt hat, beginnen die so entstandenen Kerne sich schon wieder in Spindeln umzubilden. Ob nun auch während der letzten Stunden der Furchung die Kerne der Archiblastzellen und die freien Kerne des Parablast bei der Theilung gleichen Schritt halten, kommt mir nicht wahrscheinlich vor, vielmehr glaube ich, dass in den spätern Stunden der Furchung des Archiblast die Theilung der freien Kerne des Parablast ruht, oder nur sehr langsam vor sich geht. Hat der Archiblast sich in 32 Stücke getheilt, dann zeigt das Ei sich wie auf Taf. IV, Fig. 4 abgebildet ist.

Taf. IV, Fig. 5 stellt das Ei $4^1/_2$ Stunden, Taf. IV, Fig. 5, $6^1/_2$ Stunden nach der Befruchtung vor. Die freien Kerne des Parablast liegen dann nach $6^1/_2$ Stunden in zwei bis drei Reihen, ihre Lage ist der Art, dass man nicht sagen kann, dass sie mit einander alterniren. Neun Stunden nach der Befruchtung trifft man die freien Kerne in 4 bis 6 Reihen an. Zwölf Stunden nach der Befruchtung ist die Furchung beendigt, in Lage, Gestalt und Zahl der freien Kerne des Parablast ist wenig Veränderung gekommen. Die Kerne der Furchungszellen des Archiblast haben dann einen Diameter von 0,010 Millim.; die freien Kerne des Parablast einen von 0,017—0,018 Millim. Von einer im Archiblast auftretenden Höhle habe ich nie etwas gesehen. Schon während der Furchung werden die Zellen der obersten Schicht des Parablast etwas abgeplattet und nehmen eine mehr oder weniger deutlich ausgeprägte spindelförmige Gestalt an. Mit dem Umwachsen des Parablast durch die Zellen des Archiblast nehmen die freien Kerne des letzteren eine andere Lage und Anordnung an, wie ich sogleich genauer mittheilen werde.

Das Ei von Julis haben wir in demselben Stadium als das von Scorpaena verlassen, in dem Stadium nämlich, in welchem Spermakern und Eikern mit einander verschmolzen sind und eine Spindel bilden, derer longitudinale Axe im der Keimaxe liegt. Nach einer Stunde und 20—25 Minuten bemerkt man im Keime zwei Kerne (verg. Taf. III, Fig. 4) und mit dem Auftreten dieser

zwei Kerne im Keim leitet sich auch hier die erste Theilung des Eies in Archiblast und Parablast ein. Bei Julis habe ich das Verhalten des ersten Kerns des Parablast nicht genauer verfolgen können, wohl dagegen das des Archiblast.

Nach anderthalb Stunde hat der letztgenannte Kern sich in eine neue Spindel umgebildet, welche senkrecht zur Eiaxe steht (Taf. IV, Fig. 7; Taf. IV, Fig. 8) und einige Minuten später hat der Archiblast sich in die beiden ersten Furchungskugeln getheilt. Noch bevor die beiden neuen Kerne sich gebildet haben, — in dem Stadium nämlich, in welchem die Spindel noch sehr schön zu sehen ist —, fängt die erste Furche (Hauptfurche) schon einzuschneiden an (Taf. IV, Fig. 9). Auch bei Julis bleiben aber die beiden ersten Theilstücke des Archiblast noch mit dem Parablast verbunden (siehe Taf. V, Fig. 1). Etwa nach zwei Stunden bemerkt man in jeder Furchungskugel einen in frischem Zustande vollkommen klaren Kern, der einen Durchmesser von 0,013 Millim. hat. Nach einigen Minuten bemerkt man, dass jeder Kern der beiden ersten Furchungskugeln sich wieder in eine neue Spindel umgebildet hat (vergl. Taf. V, Fig. 2). Dort wo die beiden Theilstücke des Archiblast an ihrer Basis noch mit dem Parablast zusammenhängen, bemerkt man ebenfalls zwei Kerne, die sich gleichfalls zur Theilung anschicken.

Nach drittelhalb Stunden besteht der Archiblast aus vier Furchungskugeln, die aber immer noch an ihrer Basis mit dem Parablast zusammenhängen (vergl. Taf. V, Fig. 3).

Kurz nachher bildet jeder Kern der vier ersten Furchungskugeln des Archiblast sich wieder in eine neue Spindel um (Taf. V, Fig. 4) und nach drei Stunden besteht der Archiblast aus acht Theilstücken, die jetzt alle scharf von dem Parablast getrennt sind (vergl. Taf. IV, Fig. 10). In der Protoplasmaschicht des Parablast, welche den Nahrungsdotter umgiebt, und wie bei Scorpaena unterhalb des Archiblast am dicksten ist, bemerkt man auch schon freie Kerne, obgleich sie in diesem Stadium nicht so deutlich als wie Scorpaena sind. Kaum haben sich die acht Theilstücke gebildet, oder zugleich schickt jeder Kern dieser Furchungskugeln zu einer neuen Theilung sich an, indem sie wieder in die Spindelform übergehen (vergl. Taf. V, Fig. 5). Nach $3^1/_4$ Stunden besteht der Archiblast aus 16 Stücken (Taf. V, Fig. 6), die gleich darauf wieder dieselben Erscheinungen wiederholen (vergl. Taf. VI, Fig. 1). Nach $3^1/_2$ Stunden besteht der Keim aus 32 Furchungskugeln und so schreitet die Furchung regelmässig weiter fort. Je weiter die Theilung der Zellen des Archiblast stattfindet, um so deutlicher und zahlreicher treten die freien Kerne des Parablast auf. Nach $5—5^1/_2$ Stunden ist die Furchung so weit

fortgeschritten als Taf. V, Fig. 7 zeigt. Die freien Kerne des Parablast liegen dann bloss noch in einer Schicht unter dem Archiblast angeordnet. Auch hier sieht man, dass sie alle in demselben Zustande von Ruhe oder von Thätigkeit, i. e. Theilung sich befinden und in derselben Phase begegnet man dann den Kernen der Furchungskugeln, wenigstens gilt dies für die ersten acht Stunden, während in den späteren Stunden der Furchung die freien Kerne des Parablast entweder zu Ruhe gekommen sind, oder sich nur sehr langsam theilen. Nach 12 Stunden ist der Furchungsprocess beendigt und fängt die Umwachsung des Parablast durch die Zellen des Archiblast an. Ebenso wenig als bei Scorpaena vermochte ich in dem Archiblast eine Höhle aufzufinden und wäre sie vorhanden, dann würde es hier leicht möglich sein, dieselbe nachzuweisen. An der oberflächlichsten Schicht der Zellen des Archiblast treten auch hier dieselben Erscheinungen auf wie sie für Scorpaena beschrieben sind.

Untersucht man die Kerne der Furchungskugeln des Archiblast und die freien Kerne des Parablast, dann ergiebt sich, dass um die 9te bis 10te Stunde die freien Kerne des Parablast eine mehr ovale Gestalt haben, mit einem longitudinalen Durchmesser von 0,0085 Millim., während sie dagegen in den Furchungszellen eine runde Gestalt haben, mit einem Durchmesser von 0,006—0,0065 Millim.

Crenilabrus. Bei Crenilabrus sind die Verhältnisse schon viel weniger günstig. Zwar hat es mir oft den Eindruck gemacht, als ob hier, eben nachdem Spermakern und Eikern mit einander verschmolzen sind, ebenfalls eine neue Spindel gebildet würde, deren longitudinale Axe in der Eiaxe liegt, doch kann ich dies mit vollkommener Sicherheit nicht sagen, obgleich ich wohl nicht zweifle, dass es hier auch wirklich so ist. Nach $1^1/_2$ Stunden hat der Keim sich in zwei Stücke getheilt. Die Hauptfurche schneidet hier ebenfalls nicht bis zum Nahrungsdotter durch, sondern hört schon etwas oberhalb des „disque huileux" auf. Auch hier hängen die beiden ersten Theilstücke des Archiblast an ihrer Basis noch mit dem Parablast zusammen.

In jedem der beiden ersten Theilstücke des Archiblast bemerkt man schon einen prächtigen, vollkommen wasserklaren Kern, der einen Durchmesser von 0,021—0,022 Millim. hat. Hier liess sich am frischen Object besonders schön nachweisen, wie ein solcher Kern erst aus einem Conglomerat von zahlreichen, kleinen, wasserklaren Kügelchen besteht, die allmählich mit einander verschmelzen und so den eben erwähnten Kern bilden. Kaum aber ist die Ver-

schmelzung beendigt oder der Kern ist scheinbar wieder vollkommen verschwunden, natürlich scheinbar, denn nach Zufügung von Essigsäure ergiebt sich, dass der so scheinbar verschmolzene Kern in die Spindelform übergegangen ist. Sobald die Viertheilung eingetreten ist, liegen die Kugeln des Archiblast vollständig frei, indem sie sich jetzt auch an ihrer Basis von dem Parablast getrennt haben, sie liegen dann auf dem sehr schönen „disque huileux". Die vier Kerne der vier ersten Furchungskugeln wiederholen dann dieselben Erscheinungen wie für die Kerne der beiden ersten Theilstücke des Archiblast angegeben ist. Nach drei Stunden hat der Archiblast sich in 16 Stücke getheilt. Die Furchung schreitet in bekannter Weise und ebenfalls sehr schnell fort. Erst 6 Stunden nach der Befruchtung war ich hier im Stande, die freien Kerne des Parablast mit vollkommener Deutlichkeit zu sehen, sie waren dann schon sehr zahlreich, in steter Theilung begriffen und alle wieder in demselben Stadium von Ruhe von Tätigkeit. Obgleich ich nun bei Crenilabrus den Ursprung dieser freien Kerne des Parablast wohl nicht direct angeben kann, so ist es wohl kaum zweifelhaft, dass sie hier auf ähnliche Weise wie bei Scorpaena und Julis entstehen. Dass sie aber bei diesen Eiern viel später sichtbar werden als bei Julis und Scorpaena, ist wohl dem Umstand zuzuschreiben, dass es hier zur Bildung eines „disque huileux" kommt, die bekanntlich bei Julis und Scorpaena fehlt. Um welcher zeit die Furchung des Archiblast bei Crenilabrus beendigt ist, kann ich nicht mit Bestimmtheit angeben, indessen glaube ich die Zeit nicht zu hoch anzuschlagen, wenn ich sage, dass der Archiblast um die 15te bis 16te Stunde abgefurcht ist.

Noch ungünstiger als bei Crenilabrus sind die Verhältnisse bei Heliasis. Hier besteht, wie wir gesehen haben, der Keim nicht allein aus Protoplasma, sondern enthält eine nicht unbeträchtliche Zahl kleiner glänzender Dotterkügelchen, während dort wo der Bildungsdotter an den Nahrungsdotter grenzt, diese Dotterkügelchen zahlreicher werden, dichter auf einander gedrängt liegen und so einen prächtigen „disque huileux" bilden.

Anderthalb Stunde nach der Befruchtung schneidet die Hauptfurche ein und reicht bis nahezu an den „disque huileux". Auch hier bleiben also die beiden ersten Theilstücke des Archiblast an ihrer Basis noch mit dem Parablast verbunden. Erst nach der Viertheilung liegen die Theilstücke des Archiblast frei dem „disque huileux" des Parablast auf. Die Theilung des Archiblast schreitet hier ebenfalls sehr schnell vor. Anfangs enthält jedes Theilstück noch eine kleine Zahl der ebenerwähnten kleinen, glänzenden Dotterkügelchen, noch vor beendigter Furchung sind sie alle verschwunden, sodass sie wahrscheinlich wohl während dieses Processes als „Nahrungsmaterial" verbraucht sind. Schon beim

Anfang der fünften Stunde sind bei diesem höchst ungünstigen Object, die freien Kerne des Parablast schon sehr deutlich zu erkennen und alle sind in steter Theilung begriffen. Auch hier ergiebt sich, dass sie sich alle stets in demselben Stadium der Theilung oder der Ruhe befinden (vergl. hierzu Taf. VI, Fig. 3.). Obgleich ich auch bei *Heliasis* nicht bestimmt angeben kann, um welche Zeit die Umwachsung des Dotters stattfindet, so glaube ich doch, dass es ungefähr um die 16te Stunde sein wird, dass die Umwachsung des Parablast durch die Furchungszellen des Archiblast eintritt.

Ueber den Furchungsprocess bei *Gobius* habe ich sehr wenig mitzutheilen. Auch hier zeichnet sich der Keim dadurch aus, wie dies schon von Kupffer angegeben ist, dass sich in demselben zahlreiche grössere feste Partikeln von rundlicher und eckiger Form befinden, die den Keimhügel undurchscheinend machen. Mit der fortschreitenden Furchung schwinden diese Körnchen und Kügelchen allmählich und nach beendigter Furchung bemerkt man sie nicht mehr, sodass sie wahrscheinlich wohl hier ebenfalls als Nahrungsmaterial verbraucht werden. Prächtig ist bei *Gobius* der „disque huileux" ausgebildet. Erst nach der Viertheilung liegen die Furchungskugeln des Archiblast frei dem „disque huileux" des Parablast auf. Sehr schön lässt sich bei *Gobius* nachweisen, wie die oberste Zellenschicht des sich allmählich abfurchenden Archiblast abgeplattet wird, und wie die diese Schicht zusammensetzenden Zellen eine spindelförmige Gestalt erhalten. Weder bei *Gobius*, noch bei *Crenilabrus*, noch bei *Heliasis* war ich im Stande eine Höhle im Archiblast nachzuweisen und auch Kupffer sagt, dass er zögern müsse, hierüber ein bestimmtes Urtheil abzugeben. Für das Studium der freien Kerne des Parablast sind die Eier von *Gobius* sehr wenig geeignet. Ungefähr nach 28 Stunden hat der Archiblast sich abgefurcht und fängt die Umwachsung an.

Ueber die Furchung des *Heringseies* kann ich ebenfalls sehr kurz sein, indem wir über dieselbe sehr genaue Mittheilungen von Kupffer besitzen. Untersucht man das Ei $2^1/_2$ Stunde nach der Befruchtung, in einem Stadium also, in welchem der Keim sich vollständig am Keimpol contrahirt hat, auf feinen Querschnitten, dann ergiebt sich, dass der Keim nicht unmittelbar dem Nahrungsdotter aufliegt, sondern von demselben durch eine Schicht getrennt wird, die dem „disque huileux" anderer Knochenfischeier entspricht. Dieselbe besteht aus überaus zahlreichen kleinen, bis zu 0,002 Millim. im Diameter messenden Kügelchen, die theils lose in Haufen beieinander liegen, theils in kleineren Dotterkugeln aufgespeichert. Auch beim Hering scheidet die Hauptfurche anfangs den Archiblast in zwei gleich grosse Stücke, die an ihrer Basis noch mit dem Parablast zusammenhängen, und noch bevor die zweite meridionale

Furche senkrecht zur ersten einschneidet, schnüren sich die beiden ersten Furchungskugeln an ihrer Basis von dem Parablast ab. Letztgenannter besteht dann ausserhalb des eigentlichen Nahrungsdotters, i. e. der grossen Dotterkugeln, aus den ebenerwähnten zahlreichen kleinen Dotterkügelchen, und einer dünnen Schicht Protoplasma's, die über den ganzen Nahrungsdotter hin sich fortsetzt, und dort am mächtigsten ist, wo ihr der Archiblast auf liegt.

Für das Studium der freien Kerne des Parablast ist das Heringsei ebenfalls nicht geeignet; erst um die zwölfte Stunde war ich im Stande dieselben gut zu unterscheiden, als alle Kerne in fortwährender Theilung. Ich habe nun hier bei diesem in frischem Zustande so wenig günstigen Object die Verhältnisse etwas genauer an feinen Querschnitten studirt. Taf. VI Fig. 4, ist ein Querschnitt durch ein Ei, 18 Stunden nach der Befruchtung. Der Keim besteht aus einer grossen Zahl schon ziemlich kleiner Furchungskugeln, die immer noch in reger Theilung begriffen sind. Die äusserste Zellenschicht weicht schon deutlich in Baue von den darunter liegenden Schichten ab, dieselbe besteht aus etwas mehr abgeplatteten und spindelförmigen Zellen und wird durch eine deutliche und scharfbegrenzte Linie von den angrenzenden Zellenschichten abgesetzt. Dieselben liegen immer nur in einer einzigen Schicht. In Taf. VI, Fig 7, sind einige dieser Zellen aus einem etwas früheren Entwickelungsstadium (etwa um die 14te Stunde) etwas stärker vergrössert abgebildet. Weder während dieses Stadiums, noch während der spätern Furchungsstadien lässt sich auch nur die Spur einer LEREBOULLET'schen Höhle nachweisen.

Zwischen Nahrungsdotter und Keim liegt die schon erwähnte Protoplasmaschicht des Parablast, die an der Peripherie des letzteren dicker ist und dort den Keimpol bildet. An dem dem Keim gegenüberliegenden Pol ist die Randschicht, mit Ausnahme einer äusserst dünnen Lage die sich bis zum Ringwall fortsetzt, verschwunden. Der Ringwall setzt sich centralwärts in eine nur schmale, an kleinen, glänzenden Kügelchen reiche Schicht fort. So wohl in dem Ringwall, als in der zwischen Archiblast und Nahrungsdotter liegenden Protoplasmaschicht, findet man die freien Kerne. Dieselben sind elliptisch, haben einen longitudinalen Durchmesser von 0,016—0,018 Millim., sind scharf conturirt und enthalten einzelne, glänzende Kügelchen. Durch Methylgrün werden sie intensiv gefärbt. Die Kerne der Archiblastzellen sind fein granulirt, viel weniger scharf conturirt, und enthalten nicht solche feine, glänzende Kügelchen, sie sind kleiner, mehr rundlich und haben nur einen Durchmesser von 0,012—0,013 Millim. Methylgrün färbt sie viel weniger intensiv. Pikrocarmin färbt sie dagegen intensiv, schwach dagegen die freien Kerne, ebenso verhält sich Haematoxylin. Um die freien Kerne des Parablast finde ich nie

Contouren, von Zellen kann man hier also nicht sprechen, der Parablast ist, wie bei Julis und Scorpaena nur eine vielkernige Zelle. Nach beendigter Furchung ist die Zahl dieser Kerne zugenommen, es sind und bleiben aber freie Kerne. Um die 28ste Stunde ist die Furchung unter den schon früher angegebenen Temperatursverhältnissen abgelaufen.

Ueber die Furchung der fraglichen Eier von Blennius habe ich nichts besonders mitzutheilen. Weder bei diesen Eiern, noch bei den von Syngnathus oder Hippocampus liess sich auch nur die Spur einer LEREBOULLET'schen Höhle nachweisen, sodass ich ihr Vorkommen bei jedem der genannten Knochenfische in Abrede stellen muss.

Es ist wohl LEREBOULLET * gewesen, dem wir die erste Angabe über das Vorkommen von Kernen (Zellen LEREBOULLET) in dem Nahrungsdotter verdanken. Vom Hecht heiss es: „Il existe en dedans du sac blastodermique (i. e. der Keimscheibe) une membrane particulière (membrane sous-jacente), distincte, qui s'appuie contre la paroi interne de ce sac et repose sur le disque huileux. Cette membrane interne, qui représente, je pense, le feuillet muqueux des auteurs, est mince, de couleur jaunâtre, et composée de cellules rondes ou ovales que la coagulation rend irrégulières. Ces cellules sont assez éloignées les uns des autres, et réunies par une matière amorphe qui se coagule dans l'eau acidulée. On voit au milieu d'elles de grosses gouttes de graisse arrondies ou ovoïdes.

Les cellules, qui composent cette membrane distincte du blastoderme (i. e. der Keimscheibe) proviennent aussi d'une autre source que celles qui constituent ce dernier. On se rapelle que les globules vitellins nutritifs se sont réunis, au commencement de la fécondation, vers un des pôles de l'oeuf, au-dessous de l'agglomération des granules plastiques du vitellus formateur. Plus tard ces globules vitellins se modifient en cellules, la tache centrale transparente se change en noyau, les corpuscules vésiculeux brillants que renfermait la cellule sont remplacés par des granules ordinaires. J'ignore si tous les globules vitellins sont employés à la formation de cette membrane interne, je présume qu'il en est ainsi, puis dèsque cette membrane est formée on n'en trouve plus de libres, si ce n'est quelques-uns qui proviennent sans doute de la préparation."

Vom Barsch † heiss es: „Il existe sous le blastoderme une membrane parti-

---

* LEREBOULLET, l. c., p. 494.

† LEREBOULLET, l. c., p. 500.

culière, distincte, composée de grandes cellules très-pâles, c'est d'elle que se formeront les organes abdominaux." Und von der Forelle giebt er an, sprechend von dem Stadium 52 Stunden nach der Befruchtung *: „La membrane sous-jacente (feuillet muqueux), qui adhère au germe par toute sa face inférieure, forme autour de lui une sorte de bourrelet produit par une accumulation de vésicules graisseuses que la coagulation emprisonne dans les mailles de la membrana elle-même, mais qui s'échappent pour la plupart, pendant qu'on étale la pièce sur le porte-objet."

Am Ende des fünften Tages sagt er von derselben †: „Cette membrane se compose de deux parties; l'un centrale, très mince, transparente, etalée sous le disque, et le dépassant même un peu, est homogène, granuleuse et n'offre qu'un petit nombre de vésicules graisseuses; l'autre marginale, beaucoup plus épaisse, est remarquable surtout par le nombre et la grandeur des gouttes de graisse liquide interposées, et comme enchâssées au milieu des granules." Am siebenten bis neunten Tag nach der Befruchtung giebt er von ihr folgende Beschreibung §: „Le disque membraneux sous-embryonnaire a continué à s'etendre, de manière à déborer toujours le précédent; il est muni d'un bourrelet granuleux et graisseux, et il offre, dans sa composition, de grandes cellules granuleuses entremêlées de nombreuses vésicules de graisse." Und schliesslich heiss es **: „Le disque muqueux s'étend plus rapidement que le disque blastodermique, il le déborde toujours et il est entouré d'un bourrelet formé surtout par des gouttes d'huile emprissonnées dans la substance granuleuse dont le feuillet muqueux se compose à cette époque."

Wenn auch diese Beschreibung in mancher Beziehung fehler- und lückenhaft ist, so geht doch eines daraus mit Bestimmtheit hervor, nämlich dieses, dass Lereboullet die Kerne des Parablast schon gesehen und gekannt hat.

Schon Kupffer †† verdanken wir eine ausführlichere und genauere Beschreibung dieser Schicht. Er theilt uns über dieselbe folgendes mit: „Um die Zeit, dass der Keimhügel halbkuglig prominirt u. s. w., sieht man sowohl bei Gasterosteus als bei Spinachia, besonders schön bei letzterem Fisch, auf der Oberfläche der Dotterkugel, rings um den Rand des Keimhugels Kerne auftreten,

---

* Lereboullet, Resumé d'un travail d'embryogenie comparée etc. p. 19 (Separatabdruck).

† Derselbe, l. c. p. 22.

§ Derselbe, l. c. p. 24.

** Derselbe, l. c. p. 27.

†† Kupffer, l. c., p. 217.

die in ganz regelmässiger Weise angeordnet sind. Es sind wasserklare, runde Bläschen, ohne irgend welche Körnchen im Innern, die in concentrischen Kreislinien, auf das Centrum des Keimhügels bezogen, sich gruppiren. Der Abstand der einzelnen Bläschen von einander ist durchaus ein gleicher in allen einzelnen Reihen und beträgt etwa das Dreifache des Durchmessers der Bläschen selbst; um ebenso viel stehen die einzelnen Reihen von einander ab. Die Stellung in den Reihen ist eine derartige, dass für je zwei benachbarte Reihen sie regelmässig alterniren. Es wird zunächst die dem Rande des Keimhügels nächste Reihe sichtbar, dann successive die folgenden. Mehr als fünf Reihen konnte ich nicht zählen, denn dann begann die Ausbreitung des Keimhügels und es wälzte sich die Masse seiner Zellen über diese Bildungen hinweg, die von da an verdeckt blieben.

Bevor aber diese Zone der Beobachtung entzogen wird, vermag man noch einen weitern Fortgang des Processes bestimmt zu constatiren. Man sieht nämlich zwischen den bläschenartigen Kernen zarte Contouren auftreten, die genau an einander schliessende polygonale Felder umgrenzen, deren Mittelpunkte die Kerne einnehmen; Kurz es entsteht eine Lage eines regelmässigen, aus hexagonalen Zellen gebildeten Plattenepitheliums. Da die Zellcontouren sehr zart sind und in derselben Reihenfolge hervortreten, als es bei dem Erscheinen der Kerne der Fall war, nämlich zuerst an der dem Rande des Keimhügels nächsten Reihe und successive an den folgenden, so übersieht man dieselben leicht und es ereignet sich auch, dass die Zellen des Keimhügels darüber hingehen, so bald eben an der ersten Reihe die Contouren auftreten. Untersucht man mehrere Eier desselben Stadiums, so wird man die Contouren nicht vermissen. Auf den Ursprung muss hier entschieden das Hauptgewicht gelegt werden, es treten ganz entschieden zuerst nur die Kerne auf, und diese sind grösser als die in den Zellen des Keimhügels zur selben Zeit. Wenn die Zellcontouren um die Kerne auftreten, zeigt sich, dass die einzelnen Zellen um ein Beträchtliches, um das Doppelte und Mehrfache grösser sind, als die später am Rande der Keimhaut vorhandenen. Ich muss nach Allem annehmen, dass diese besonderen Zellen nicht aus den Furchungszellen herzuleiten sind und kann dieselben, so weit meine Beobachtung reicht, nur auf einem Vorgang zurückführen, der in die Kategorie der „freien Zellenbildung" fällt."

Ob dieses Blatt wirklich zum Darmdrüsenblätt wird, muss nach Kupffer dahin gestellt bleiben.

Spinachia und Gasterosteus habe ich nicht untersuchen können, bei allen von mir beobachteten Fällen, sah ich aber nie die Kerne zu Zellen sich differenziren und ebenso wenig traf ich die Kerne in solchen regelmässigen Reihen an.

*

Auch OWSIANNIKOW * hat die Kernschicht bei Coregonus lavaretus gesehen und beschrieben. Er betrachtet aber diese Kerne als Zellen und giebt an, dass sie im Nebenkeime ihren Ursprung nehmen und dort ihre Bildungsstätte haben, sie sollen sich nach ihm auch bei der Bildung der Embryonalanlage direct betheiligen.

Eine sehr genaue Beschreibung dieser Schicht verdanken wir VAN BAMBEKE †. Bei Leuciscus rutilus fand er, dass der gefurchte Keim nicht unmittelbar auf dem Nahrungsdotter ruht, sondern von diesem getrennt wird „par une couche d'une forme et d'un aspect particuliers, à la quelle, pour ne rien préjuger de sa signification, nous donnerons provisoirement le nom de couche intermédiaire". Von dieser Schicht sagt er: „on peut distinguer, dans cette couche une partie périphérique épaisse (bourrelet périphérique) et une partie centrale mince. Elle se compose d'un protoplasma à granulations nombreuses, plus volumineuses que celles renfermées dans les cellules issues de la segmentation, assez semblables, au contraire, à celles contenues dans quelques vésicules vitellins. La partie épaissie ou le bourrelet de la couche intermédiaire, renferme constamment un certain nombre de noyaux, et l'on distingue parfois, dans le protoplasma qui entoure ces noyaux, des deliminations cellulaires. Ces éléments n'affectent en général aucune disposition regulière. Les noyaux aussi bien que les cellules diffèrent de ceux de la couche segmentée, ainsi les noyaux sont ovalaires plutôt qu'arrondis, à grosses granulations, ils mesurent de 5—6 μ dans le sens de leur diamètre longitudinal, de 3—4 μ dans les sens du diamètre transversal, ils montrent plus d'affinité pour le carmin et l'hematoxyline que ceux des cellules de la couche segmentée. Les cellules, dont les contours sont vaguement indiqués du reste, m'ont paru, à cette époque, tantôt plus petites, mais d'autre fois plus grandes que celles du disque segmenté. Dans la partie centrale amincie, on découvre des noyaux semblables à ceux renfermés dans le bourrelet périphérique, plus tard, ces noyaux, devenus plus nombreux semblent indiquer qu'à ce niveau cellules se multiplient par division".

VAN BAMBEKE wirft dann die Frage auf, woher die Schicht stamme und erörtert drei Möglichkeiten der Deutung ihres Ursprunges.

Die erste, dass sie von Keime abstammt, kommt ihm nicht wahrscheinlich vor. Dann bespricht er die zweite Möglichkeit, dass sie ein Product der Furchung ist und hierbei sagt er folgendes: „Le premier effet de la fécondation ne serait pas le retour à la forme cellulaire, mais la séparation du plasson en deux

---

* OWSIANNIKOW, l. c.

† VAN BAMBEKE, l. c.

parties distinctes; l'une supérieure qui se segmente après la réapparition d'un noyau, l'autre inférieure, d'une dignité moindre, ne prenant aucune part au fractionnement et où certains éléments se différencient pour constituer probablement des nucléoles d'abord, puis des noyaux autour desquels le protoplasma se délimite ensuite pour donner naissance à des cellules.

Mais au lieu de considérer les noyaux qui apparaissent dans le protoplasma plus grossièrement granuleux de la couche intermédiaire, comme issus d'une génération endogène, je crois qu'on peut soutenir cette autre hypothèse, qu'ils descendent du noyau apparu (aussi par voie endogène) dans l'oeuf après la fécondation, et que les cellules dont ils constituent bientôt les centres, résultent aussi du processus de segmentation, se faisant ici avec plus de lenteur que dans le germe proprement dit".

Endlich bespricht er die dritte Möglichkeit nämlich: „qu'elle se constitue aux dépens du manteau protoplasmatique qui, d'apres la plupart des embryologistes, entoure le globe vitellaire de l'oeuf arrivé à maturité". Denn fügt er hinzu: „lorsque la couche intermédiaire existe, le manteau protoplasmatique a positivement disparu autour du globe vitellin."

Van Bambeke entscheidet sich nicht, ich brauche es aber wohl nicht weiter zu erörtern, dass die zweite der von ihm aufgestellten Möglichkeiten der Wahrheit am nächsten ist.

Van Bambeke lässt aus seiner: „couche intermédiaire le feuillet muqueux ou trophique", mit anderen Worte „l'entoderme ou l'hypoblaste entstehen".

Von grosser Bedeutung sind die Abbildungen von van Bambeke. Auf Taf. III, Fig. 1, 2 und 3 sieht man nur die Kerne in der feinkörnigen Protoplasmaschicht abgelagert, von Zellcontouren ist nichts angegeben. Aehnliches gilt auch von Taf. I, Fig. 16, man sieht hier freie Kerne, und doch hat der Autor sich nicht von dem Gedanke losmachen können, dass die Kerne sich zu Zellen differenziren, denn es heiss in der Tafelerklärung auch hier wieder „noyaux et cellules de la couche intermédiaire". Diese Abbildung ist um so bedeutender, als sie einem Embryo von Tinca vulgaris entnommen ist, aus einem Stadium, in welchem „le vesicule oculaire, le carène, les vertèbres primitives „schon zu sehen sind, aus einem Stadium also, in welchem jedenfalls die Keimblätter schon angelegt sein müssen und doch glaubt van Bambeke, dass aus dieser Kernschicht „le feuillet muqueux ou l'entoderme" entsteht.

Nicht weniger werthvoll als die Mittheilungen von van Bambeke sind diejenige von van Beneden * der ebenfalls wasserklare pelagische Eier aus dem

* E. van Beneden, l. c.

Mittelmeer untersucht hat (wahrscheinlich, wie ich schon früher mitgetheilt habe, die von Fierasfer. und von Serranus). Er sah die Eier zuerst als der Kern sich schon in zweien getheilt hat. Von diesen beiden ersten Furchungskugeln sagt er „ils ne reposent pas immédiatement sur le vitellus, ils en sont separés par une couche d'une substance protoplasmatique, chargée de fins granulations, mais depourvu de tout globule adipeux. Je n'ai trouvé dans cette couche rien qui ressemblat ni à une cellule, ni a un noyau de cellule". Diese Schicht ist mit der „couche intermédiaire" von van Bambeke homolog.

Zehn Stunden nach dem Stadium, in welchem der Keim in die zwei ersten Furchungskugeln sich getheilt hat, sind in der „couche intermédiaire" eigenthümliche Modificationen zu sehen, die er folgenderweise beschreibt: „on peut constater la présence dans toute l'étendue de la couche d'un grand nombre de noyaux généralement ovalaires. Tous ces noyaux ont à peu près les mêmes dimensions ils sont un peu plus petits que les noyaux des cellules du blastodisque. Autour de chaque noyau se voit une petite zone granuleuse dans la quelle apparaît une striation radiaire bien manifeste. Il est impossible de distinguer aucune déclination de cellules. On les reconnait dans le milieu de la couche intermédiaire aussi que dans le bourrelet périphérique dans differents plans et qu'ils semblent disseminés sans ordre dans le protoplasma de la couche intermédiaire". Er glaubt dass diese Kerne entstanden sind „par voie endogène de toute une génération de cellules dans cette couche intermédiaire", und fügt er hinzu: „de ce que l'on ne distingue pas les limites des cellules, on ne peut pas conclure à l'absence d'individualisation des éléments, la striation rayonnée du protoplasma autour de chaque noyau prouve qu'il ne s'est pas agi seulement d'une génération de noyaux, mais d'une formation de cellules. Noyaux et corps cellulaires apparaissent simultanément".

Die Beschreibung, welche van Beneden von den Kernen des Parablast giebt, stimmt also vollkommen mit der überein, welche ich ebenfalls an den pelagischen Eiern des Mittelmeers beobachtet habe. Auch er sah nur Kerne, dagegen nie Zellcontouren, die „striation rayonnée du protoplasma autour de chaque noyau", welche er beschreibt, deutet wohl nicht auf „une formation de cellules", sondern ist einfach eine Erscheinung, welche die Kerntheilung begleitet.

Auch van Beneden kann sich wie wir gesehen haben, nicht von dem Gedanke losmachen, dass die Kerne des Parablast auf einer anderen Weise als „par voie endogène" entstehen. Und doch sagt er schon so deutlich: „L'oeuf des poissons osseux, aussitôt après la fécondation, se divise en deux cellules très dissemblables, l'une est le germe, qui se segmente et d'ou dérive le blastodisque, l'autre est formée par le globe deutoplasmatique revêtu, du moins par-

tiellement d'une mince couche de protoplasma; la couche intermédiaire. Cette dernière cellule est l'origine de l'entoderme, elle se segmente pas ultérieurement, mais il apparaît, vers la fin de la segmentation du germe, toute une génération de cellules, qui se forment par voie endogène".

Auch GÖTTE * hat die Kernschicht des Parablast bei den Eiern der Forelle gesehen, wie aus folgendem Satz hervorgeht: „Ich habe an vielen hundert Durchschnitten aus der ersten Zeit der Entwickelung nicht eine Spur von Zellen im Dotter, sondern an den Stellen, wo OELLACHER sie abbildet, nur grosse kernähnliche Gebilde gefunden, welche in Form, Grösse und Zusammensetzung nicht die geringste Aehnlichkeit mit den Embryonalzellen besitzen". Er hat denselben weiter seine Aufmerksamkeit nicht geschenkt, nur hebt er ausdrücklich hervor, dass alle Keimblätter gemeinsam vom ursprünglichem Keime abgeleitet werden, eine Betheiligung dieser Kerne an der Bildung der Keimblätter findet also nach ihm nicht statt.

OELLACHER † nämlich, der die in der gemeinschaftlichen Protoplasmaschicht eingebetteten Kerne als Zellen betrachtet, giebt von denselben die folgende Beschreibung: „ein zweiter Vorgang, der mit der Bildung der Keimhöhle eingeleitet wird und mit der successiven Verdünnung des Keimes über der Höhle Hand in Hand geht, besteht darin, dass eine nicht unbeträchtliche Anzahl von Zellen sich von der unteren Fläche der Keimhaut ablöst und auf dem Boden der Höhle zurückbleibt oder nachträglich auf derselben herabfällt.

Diese Zellen bleiben jedoch nicht auf dem Boden der Keimhöhle liegen, sondern graben sich in die oberflächlichsten Schichten des Dotters ein.

Man sieht diese Zellen an in Carmin gefärbten Präparaten besonders schön, da sie sich viel intensiver färben als der Dotter. Ich kann allerdings den Beweis nicht führen, dass alle Zellen, die auf dem Bodem der Keimhöhle liegen, sich in den Dotter eingraben, allein nach oberflächlicher Schätzung dürfte die Zahl derer, die sich im Dotter vergraben, im Verhältniss zu allen, die sich von der Keimdecke abgelöst haben, wenigstens eine ziemlich beträchtliche sein. Ebenso wenig kann ich mit Bestimmtheit sagen, ob alle Zellen, die im Dotter gefunden werden von der unteren Fläche der Keimhöhlendecke stammen. Es finden sich nämlich Zellen im Dotter auch ausser dem Bereiche der Keimhöhle, ja selbst des Keimes, im Dotter oberflächlich versenkt. Diese letzteren Zellen könnten wohl vom Dotter, so weit er den Boden der Keimhöhle bildet, dorthin ge-

---

* GÖTTE, l. c.

† OELLACHER, l. c. p.

wandert sein, sie können sich aber auch von der unteren Fläche des Keimes, so weit derselbe dem Dotter noch aufliegt, abgelöst haben. Gegen das letztere spricht einigermassen die zu allen Zeiten glatte Begrenzung des Keimwulstes, so wie der Embryonalanlage gegen den Dotter.

Diese Zellen bleiben im Dotter sehr lange; ich fand sie noch zahlreich zur Zeit, wo das Herz des Embryo schon entwickelt und im Dottersack die Gefässbildung eben eingeleitet ist, besonders unter dem hinteren Theile des Embryo in grosser Zahl, sie vergrössern sich im Dotter, während der Embryo sich ausbildet bedeutend, und zeigen an Durchschnitten erhärteter Praeparate oft die verschiedensten Formen. Besonders auf Sagittalschnitten erscheinen sie oft als ganz enorm in die Länge gezogene rothe Streifen unterhalb der Embryonalanlage. Dass sich diese Zellen auch im Dotter vermehren, ist mir aus später zu beschreibenden Befunden sehr wahrscheinlich."

WEIL * bestreitet auf das entschiedenste die Mittheilung von KUPFFER über die freie Zellbildung im Nahrungsdotter, doch giebt er folgendes an „wohl fand ich an Durchschnitten von Keimscheiben des sechsten oder siebenten Entwickelungstages, um die Zeit, wo sich die Keimhöhle unter dem Keime bildet, auf der obersten, durch die Härtungsflüssigkeit coagulirten Schicht des Dotters Zellen aufliegen, die hie und da wohl auch theilweise in der coagulirten Dotterschicht eingebettet lagen; doch sind diese Zellen, wie schon RIENECK nachgewiesen, Abkömmlinge der Furchungszellen.

Was aber die Angaben von RIENECK † betrefft, so sind dieselben so unklar und verwirrt, dass ich diesen Autor nicht verstehe. Er spricht nämlich von grossen Zellen, welche erst theilweise auf den Boden der Höhle (ob dies die Keimhöhle ist — von welcher später die Rede sein wird — ist aus seinen verwirrten Mittheilungen nicht zu bestimmen) herabfallen; später werden sie an dem Orte, wo sie früher lagen, nicht mehr angetroffen, während sich Zellen desselben Aussehens allmählig an der Peripherie ansammeln. Ja man kann nach ihm die Wanderungsspur verfolgen, von den central am Boden neben einander liegenden bis zu den an der Peripherie compact angesammelten Zellen. Ob hier mit den in Rede stehenden Zellen die Kerne des Parablast gemeint sind, ist durchaus nicht auszumachen.

---

* C. WEIL, Beiträge zur Kenntniss der Entwickelung der Knochenfische; in: *Sitzungsb. der Kaiserl. Akademie von Wissenschaften in Wien.* Bd. XLV. 3e Abth., p. 171. 1872.

† RIENECK, Ueber die Schichtung des Forellenkeimes; in: *Archiv f. mikrosk. Anatomie* Bd. V, p. 356. 1869,

Unerklärlich ist es, dass Haeckel *, der ebenfalls wasserklare Knochenfisch-Eier des Mittelmeers untersucht hat, behaupten kann, dass in dem Nahrungsdotter keine Kerne vorkommen, denn er sagt: „die falsche Parablasten-Theorie von His und alle ähnlichen Theorien, wonach bei den discoblastischen Wirbelthiereiern aus dem separaten Nahrungsdotter gewebebildende Embryonalzellen unabhängig von den beiden primären Keimblättern und in morphologischem Gegensatze zu diesen entstehen sollen, werden demnach durch unsere Teleostier-Eier bündig widerlegt. Denn da sich hier innerhalb der äusseren Eihülle neben ein wenig klarer Flüssigkeit nur die beiden structurlosen Bestandtheile des Nahrungsdotters finden, die grosse Eiweisskugel und die kleine Fettkugel, ganz getrennt von den Furchungszellen des Bildungsdotters, so können nur die Furchungszellen einzig und allein die Grundlage des entstehenden Fischkörpers bilden. Die Eiweisskugel ebenso wenig wie die Fettkugel erzeugen durchaus keinerlei embryonale Zellen, sondern werden einfach als Nahrungsmaterial von dem Embryo verbraucht und von dem sich bildenden Darme umwachsen, in welchem wir später ihre letzten Reste finden." Wenn Haeckel nur einmal diesen Eiern etwas Essigsäure zugefügt hätte, dann würde er sich gleich von den Kernen in der protoplasmatischen Schicht, welche den Dotter umgiebt, überzeugt haben.

Calberla †, der die freien Kerne in dem Parablast ebenfalls gesehen hat, bezeichnet sie als von der Embryonalanlage in den Dotter ausgewanderte Zellen, die sich lebhaft mit Carmin färben.

So weit mir bekannt, hat zuerst Klein § die Namen „Archiblast" und „Parablast" auch bei den Knochenfischen eingeführt. Unter seinem Archiblast und Parablast versteht er aber nicht dasselbe wie ich, wie aus folgendem Satze hervorgeht. „The extreme marginal portion of the germ does not rest on the surface of the yolk-sphere. By this I mean that Portion only which is, so to speak, overhanging the paragerminal groove, then the substance of the germ extends below that groove outwards on the surface of the yolk. This extension of the germ is, only a continuation of the deeper part of the germ. It consists of the same granular mass, and includes also smaller or larger yolk-granules. This quasi-extraneous portion of the germ I will call „Parablast", in contradistinction to the segmented part or blastoderm of the authors, which I will term „Archiblast".

---

* E. Haeckel, l. c., p. 437.

† E. Calberla, Zur Entwickelung des Medullarrohres und der Chorda dorsalis der Teleostier und Petromyzonten; in: *Morphol. Jahrb.* Bd. III. p. 226. 1877.

§ E. Klein, Observations on the early development of the common trout (Salmo fario); in: *Quarterly Journal of microsc. Sc.* Vol. XVI. p. 112. 1876.

Parablast and archiblast in the trout's ovum, however, is one continuous mass, i. e. one an the same substance, of which only one portion — blastoderm (Auct.) or archiblast, i. e. that lying in the saucer-like depression of the yolk — undergoes segmentation, whereas the second portion, parablast, not participating in the process of segmentation, extends as a thin crust on the surface of the surface of the yolk."

KLEIN beschreibt dann das Auftreten von Kernen in dem „Parablast" und sagt von denselben: „The substance of these nuclei is different from that of the parablast itself: being more transparent, the granules contained in the nuclei irregular and of very different sizes; besides this, each nucleus possesses a sharp outline af is bordered by a definite, though delicate, membrane. There are, however present in the parablast also true cells, i. e. granular corpuscles, containing two, three or more bodies, which, either all or only some, possess a complete similarity with the nuclei of the neighbouring parts of thc parablast. The circumstance that nuclei are not perceptible in the parablast in the earlier stages of segmentation, renders it at least very probable that they originate in situ, as development in general proceeds". Dies wird nach ihm durch folgende Thatsache gestützt, denn er sagt: „Searching carefully through the substance of the parablast with a moderately high power, we detect numerous isolated, small, transparent bodies very faintly outlined; between these and distinct nuclei all intermediate forms may be mit with as regards general aspect, outline, and size. This obviously means new formation of nuclei. It therefore stands to reason to assume that, inas much as at a period when nuclei may be seen to multiply by division the formation of nuclei de novo, as it were, still takes place in the parablast, the first nuclei of the parablast have also originated in the same manner, i. c. de novo". KLEIN nimmt also freie Zellbildung in dem „Parablast" an und sagt, dass diese Zellen „are used for the formation of the hypoblast (entoderm)".

Es kommt mir vor, dass auch KLEIN sich nicht von dem Gedanken hat losmachen können, dass es sich hier nur um freie Kerne handelt, denn, obgleich er von „Zellen" spricht, sind in den meisten seiner Zeichnungen nur freie Kerne angegeben.

KUPFFER * endlich beschreibt auch das Vorkommen ähnlicher Gebilde beim Ei des Herings. Er betrachtet dieselben auch hier wieder als „Zellen" und theilt von ihnen folgendes mit: „Die Entstehung dieser Zellen geht eine Ansammlung des Rindenprotoplasma auf der dem Keimpol zugewandten Hälfte des

* KUPFFER, l. c., p. 201.

Dotters voraus, und namentlich gegen den Rand des Keimes selbst verstärkt sich die Masse zu einer wallartig mächtigern Lage, die sich weiter unter die Basis des Keimes, wiederum verdünnt, fortsetzt. In dem Walle des Rindenprotoplasma, dem Rande des Keimes zunächst, ist das Erscheinen der ersten Kerne minder deutlich als einige Zeit später, näher zum Aequator hin. Im wesentlichen sieht man dasselbe, wie es oben von Spinachia geschildert ist. Ueber dem Grund der stark lichtbrechenden Massen des Dotters erscheinen glashelle kuglige, kleine Flecke, in ziemlich gleichen Abständen von einander, aber allerdings nicht so regelmässig geordnet, wie bei den Gasterostei. Hat man die ersten erblickt und achtet nun continuirlich auf das Erscheinen der nächsten an den Stellen entsprechenden Abstandes, so gelingt es zu ermitteln, dass diese Portionen klaren Protoplasma's aus punktförmigen Anfängen hervorgehen und zu einer Grösse von 5—6 μ. heranwachsen. Man sieht sie demnach in der Nähe des Keimes grösser, weiterhin kleiner; aber das Bild ändert sich bald; um diese klaren, kugligen Kerne, so darf ich dieselben nach ihrer Entstehung, wie nach ihren weiteren Schicksalen nennen, gruppirt sich das Protoplasma in der Weise, dass sich zunächst jedem Kerne fein granulirte Masse anschliesst, weiterhin gröbere Granula sich darum ordnen; es bilden sich Zellen, deren Grenzen erst nur durch die gröberen Körnchen, darnach durch lineäre Contouren sich markiren; es tritt eine regelrechte Zellenmosaik auf. Kaum ist das letztere erfolgt, so beginnt auch bereits Theilung dieser Zellen. Man sieht Kerne anscheinend verschwinden, darnach doppelt auftreten, die kleiner sind als der Mutterkern war, die Zellen selbst sich vermehren und verkleinern und nunmehr sind die kleinern Kerne in der Nähe des Keimes, die grösseren gegen den Aequator hin gelagert. Schwierig ist die Entscheidung, in wieviel Lagen die Zellen des Rindenprotoplasma's auftreten. In der dickern Partie, rings um den Keimrand und unterhalb desselben, sicher in doppelter Lage, vielleicht auch zu dreien, weiterhin erst einfach, indessen sah ich unter dieser einfachen Lage nicht selten noch Kerne entstehen, die vielleicht in die obere Lage hinaufrücken, möglicher Weise aber auch an der Ursprungsstätte verbleiben.

So entsteht also aus dem Rindenprotoplasma ein den Dotter unmittelbar bekleidendes, aus platten Zellen zusammengesetztes Blatt, das späterhin von den Elementen des Keimes überlagert wird."

Der Zellbildungsprocess in dem Rindenprotoplasma, der nach Kupffer nach dem Modus der „freien Zellenbildung" verläuft, fängt beim Hering wie Kupffer hervorhebt um die 10te Stunde nach der Befruchtung an und erstreckt sich bis zu dem Zeitpunkte, an welchem die Umwachsung des Dotters durch den Keim ihren Anfang nimmt, d. h. bis etwa zur 16ten Stunde.

*

Ausserdem theilt KUPFFER noch mit, dass er die freie Zellbildung im Rindenprotoplasma ebenfalls beim Hecht beobachtet hat.

HIS *, der die Protoplasmaschicht des Nahrungsdotters als „Keimwall" bezeichnet, giebt an, dass während der frühesten Entwickelungsstufen sich schon bei mässigen Vergrösserungen helle runde Räume in ihrem Innern erkennen lassen, später wird ihr Gefüge dichter und nur mit Hülfe starker Systeme gelangt man zur Ueberzeugung, dass sie einerseits noch grössere Lückenräume umschliesst, andererseits aber aus einem Gewirre feiner Fäden sich aufbaut, die am ehesten den Fäden geronnenen Faserstoffes zu vergleichen sind. Sobald sich überhaupt die Substanz des Keimwalles von ihrer Umgebung geschieden hat, werden Zellen in ihr sichtbar, erst vereinzelt, dann aber in zunehmender Menge. Jede derselben umschliesst einen oder mehrere helle, in der Regel ovale Kerne, und besteht ausserdem aus einem sehr schmalen, in kurze Zacken auslaufenden Protoplasmahofe. Die Dimensionen der Zellen sind gering 9—15 μ., die ihrer Kerne 7—12 μ., sie ändern sich nicht während der ersten Paar Tage. Dagegen findet man nach Ablauf der ersten Woche und nach dem Auftreten der ersten Embryoanlage grössere Formen, die nunmehr auch weit schärfer als die zuerst vorhandenen Zellen umsäumt sind.

HIS wirft dann die Frage auf, woher die in Rede stehenden Zellen stammen, ob sie Abkömmlinge des Keimes, oder aus Bestandtheilen der Rinde hervorgegangen sind. Schon der Ort ihres ersten Auftretens ausserhalb, ja in einiger Entfernung vom Keime spricht dafür, dass sie der Rinde entstammen.

HIS vergleicht dann die von ihm sogenannten Keimwallzellen mit den Furchungszellen. Während bei diesen, wie HIS hervorhebt, die äussere Abgrenzung eine scharfe ist, ist sie bei jenen eine unbestimmte, während bei diesen eine hyaline Aussenzone vorhanden ist, ist bei jenen Nichts der Art zu bemerken. Während ferner bei diesen die Theilung zu einer zunehmenden Verkleinerung führt, schwanken jene von ihrem ersten Auftreten ab, innerhalb Dimensionsgrenzen, die für eine Reihe von Tagen dieselben bleiben.

HIS bezeichnet sie als „parablastische oder Nebenkeim-Zellen". Zu ihrer eigentlichen Entstehungsgeschichte vermag er selbst Nichts beizutragen. Nur auf den einen Punkt macht er aufmerksam, dass da, wo im Keimwall die neuen Zellen auftreten, die eigentlichen Rindenkerne schwinden.

Aus der eben mitgetheilten Literaturangabe geht also hervor, dass alle Auto-

---

* W. HIS, Untersuchungen über die Entwickelung von Knochenfischen besonders über diejenige des Salmes; in: *Zeitschrift für Anatomie und Entwickelungsgeschichte.* Bd. I. p. 1. 1876.

ren, welche über die Ontogenie von Knochenfischen gearbeitet haben, mit Ausnahme von HAECKEL, darin miteinander übereinstimmen, dass in der Protoplasmaschicht, welche den Nahrungsdotter umgiebt (Rindenschicht der Autoren) freie Kerne angetroffen werden.

Wie bei den Knochenfischen so kommen auch in dem Nahrungsdotter der Knorpelfische zahlreiche freie Kerne vor, wie dies aus den Untersuchungen von H. SCHULTZ *, besonders aber aus denen von BALFOUR † genügend bekannt ist. Ueber diese freien Kerne bei den Knorpelfischen habe ich an einer anderen Stelle etwas mitgetheilt §.

Höchst wahrscheinlich haben die freien Kerne bei den Plagiostomen, wie die bei den Reptilien und Vögeln und unter den niederen Thieren bei den Cephalopoden, dieselbe Ursprungsweise wie bei den Knochenfischen, obgleich es a priori zu erwarten ist, dass es nicht leicht sein wird, die Ursprungsweise derselben bei den Reptilien, Vögeln und Plagiostomen nachzuweisen. Indem es aber möglich war, ihre Entstehungsart bei den Knochenfischen nachzuweisen, dürfen wir, wie ich glaube, dieselbe auch für die Reptilien, Vögel und Plagiostomen annehmen.

So lange der Ursprung des ersten Furchungskerns unbekannt war, war es sehr begreiflich, dass man die Kerne in der Protoplasmaschicht, welche den Nahrungsdotter rings umhüllt, durch freie Kernbildung entstehen liess. Das geschlechtsreife Knochenfischei galt bis jetzt als kernlos, man wurde also gezwungen anzunehmen, dass der erste Furchungskern sich in dem Keim des befruchteten Eies „neu" bildete und es war demnoch kein einziger Grund vorhanden, warum Aehnliches nicht auch von den freien Kernen gelten sollte. Zwar behauptete HIS, dass in dem unbefruchteten geschlechtsreifen Knochenfischei schon Zellen und Kerne vorhanden seien, von welchen er glaubte, dass sie „als durch die Porencanälchen der Zona radiata emigrirte Granulosazellen" zu betrachten wären, aber abgesehen von der Thatsache, dass Niemand diese Emigration wirklich beobachtet hat und sie aus theoretischen Gründen schon höchst unwahrscheinlich scheinen müsste, stimmen die meisten Autoren mit einander darin überein, dass

---

* H. SCHULTZ, Beitrag zur Entwickelungsgeschichte der Knorpelfische; in: *Archiv f. Mikrosk. Anatamie*. Bd. XIII. p. 465. 1877.

† BALFOUR, l. c.

§ C. K. HOFFMANN, Contribution à l'histoire du développement des Plagiostomes; in *Archives Néerlandaises*. T. XVI. p. 97. 1881.

das geschlechtsreife, unbefruchtete Knochenfischei eine Zelle ist und dass in seinem Inhalt keinerlei Kerne oder zellige Elemente angetroffen werden.

Nachdem ich nun, Dank sei den höchst günstigen Objecten, den nicht hoch genug zu lobenden pelluciden Eiern von Scorpaena, Julis u. A., im Stande gewesen bin, nachzuweisen, dass in dem bisjetzt als kernlos betrachteten Stadium, eine Richtungsspindel angetroffen wird, dass der erste Furchungskern auf ähnliche Weise entsteht, wie dies von zahlreichen niedren Thieren bekannt ist, liess es sich a priori schon erwarten, dass die freien Kerne des Parablast wahrscheinlich wohl nicht durch „freie Kernbildung", sondern durch Theilung schon vorhandener entstehen sollten. Denn wenn das Ei der Knochenfische eine Zelle ist, worüber man wohl nicht mehr streiten wird, dann ist es auch ganz natürlich, dass bei der eintretenden Furchung, bei der ersten Theilung in Archiblast und Parablast, der erste Furchungskern die Theilung einleitet, sonst würde hier der Fall vorliegen, dass eine Zelle sich theilte, ohne dass der Kern sich daran betheiligte und in dem einen Stück unverändert liegen blieb, während das andere Stück kernlos wurde, um dann später endogen einen neuen Kern entstehen zu lassen, was jetzt wohl um so unwahrscheinlicher heissen darf, als wir die grosse Rolle kennen, welche der Kern bei der Zelltheilung spielt. Dass der Ursprung der freien Kerne in dem Parablast so lange unbekannt geblieben ist, ist wohl hauptsächlich dem zuzuschreiben, dass fast alle Autoren, welche über diesen Gegenstand gearbeitet haben, sehr ungünstige Objecte vor sich hatten, bei welchen die freien Kerne sich erst dann deutlich zeigten, wenn sie in grosser Zahl vorhanden sind und weiter auch dem, — dass alle diese freien Kerne gleichzeitig sich theilen, die Intervalle von Ruhe sehr kurze sind und dieselben also leicht der Beobachtung entgehen.

Von verschiedenen Seiten ist bereits darauf hingewiesen worden, dass in zahlreichen vielkernigen Zellen die Zellkerne meist alle gleichzeitig in Theilung anzutreffen seien; so z. B. von FLEMMING * bei den Hodenepithelien von Salamandra maculata und schon früher von STRASSBURGER † und nachher von TREUB § bei den Pflanzenzellen. Während nach VAN BENEDEN ** in mehrkernigen, thieri-

* FLEMMING, Beiträge zur Kenntniss der Zelle u. s. w. in: *Archiv für mikrosk. Anatomie.* Bd. XVI. p. 302. 1878.

† STRASSBURGER, Neue Beobachtungen über Zellbildung und Zelltheilung; in: *Bot. Zeitung.* 1879.

§ M. TREUB, Sur des cellules végétales à plusieurs noyaux; in: *Archives Néerlandaises.* T. XV. 1880.

** E. VAN BENEDEN, Recherches sur les Dicyémides; in: *Bull. de l'Académie royale de Belgique.* 2me Serie. T. XLI et XLII. 1876.

schen Zellen die Kerne durch Zerfall (Fragmentation) und nicht durch Theilung sich vermehren sollen, wies TREUB * hingegen nach, dass die mehrkernigen Zellen in den Bastfasern und den Milchröhren verschiedener Euphorbiaceen, Asclepiadeen, Apocyneen und Urticaceen sich nicht anders als diejenigen der benachbarten, einkernigen Zellen theilen. Die Kerne einer Zelle theilen sich alle gleichzeitig, TREUB fand deren bis zu 30 in Theilung.

Aus dem Mitgetheilten geht also hervor, dass, in den pflanzlichen wie in den thierischen Geweben, eine freie Kern- und Zellbildung wahrscheinlich nicht besteht, und dass die sogenannten freien Kerne in dem Nahrungsdotter der befruchteten Knochenfischeier alle auf Theilungsproducte des früher vorhandenen Eikerns zurückzuführen sind.

Ueber die ersten Vorgänge der Furchung beim Knochenfischei verdanken wir wohl RUSCONI † die ersten genaueren Mittheilungen. Den in Rede stehenden Process beschreibt er bei der Schleie folgender Weise: „Eine halbe Stunde nach dieser ersten Veränderung (i. e. nach der Concentration des Keimes am Keimpol) erscheinen auf der vorragenden Stelle des Dotters zwei Furchen, die sich im rechten Winkel schneiden, eine Viertelstunde später zeigen sich zwei neue Furchen zur Seite der ersten, so dass der vorragende Theil des Dotters, der früher aus vier Lappen bestand, nun in acht Lappen getheilt ist. Nach Verlauf einer Viertelstunde ist jeder dieser acht Lappen wieder in vier getheilt durch sechs neue Furchen, die sich im rechten Winkel kreuzen."

Ganz eigenthümliche Ansichten über die Furchung hat LEREBOULLET § in einer diesem Process eigens gewidmeten Abhandlung mitgetheilt. Die Resultate seiner Untersuchungen fasst er in folgendem zusammen.

Den Namen „Furchungskugeln" (globules de segmentation) beschränkt er auf die Producte der ersten Dottertheilungen; die Gebilde, welche durch fortgesetzte Theilung entstehen; nachdem der Dotter wieder glatt geworden ist, nennt er „Globules générateurs". Die einen wie die anderen sind hüllenlos; sie entstehen beiderseits durch fortgesetzte Theilung, welcher die Theilung eines im Centrum derselben auftretenden Bläschens vorangeht. Der einzige Unterschied zwischen beiden betrifft, abgesehen von der Grösse, dieses centralen Bläsche (Kern),

---

* M. TREUB, Notice sur les noyaux des cellules végétales in: *Archives de Biologie*, publiées par E. v. BENEDEN et CH. v. BAMBEKE. Tom. I. fasc. III. p. 393. 1880.

† Ueber die Metamorphosen des Eies der Fische vor der Bildung des Embryo. Brief von M. RUSCONI an Hrn E. H. WEBER; in: J. MÜLLER'S *Archiv*. 1836. p. 278.

§ LEREBOULLET, l. c.

welches, nicht ohne zahlreiche Ausnahmen, in den Furchungskugeln hell, in den globes générateurs körnig sein soll. Die aus der Theilung der letzteren hervorgehenden Zellen werden mit jener neuen Generation ärmer an Körnchen und zuletzt vollständig blass. Dann aber entstehen neue Zellen mit bläschenförmigen Kernen, um welche neue Körnchen sich gruppiren; ob zuerst die Zellmembran, oder die Kerne, lässt der Verf. unentschieden.

Lereboullet * beschreibt dann weiter das Erscheinen einer Höhle in dem Keimkügel nach beendigter Furchung, sowohl beim Barsch, beim Hecht als bei der Forelle. Er sagt darüber folgendes: „Pour s'en assurer, il faut coaguler légèrement l'oeuf et l'ouvrir avant qu'il ai sejourné trop longtemps dans l'eau acidulée. La sphère formatrice se détache alors facilement et l'on voit très bien, qu'elle est creuse et qu'elle représente une vessie dont les parois sont plus ou moins rapprochées l'une et l'autre." Diese von Lereboullet beschriebene Höhle habe ich indessen bei keinem der von mir untersuchten Knochenfische wiederfinden können, so dass ich ihr Vorkommen bestreiten muss, wenigstens beim Hering, bei Gobius, Crenilabrus, Heliasis, Julis, Scorpaena und Fierasfer.

Dass die äussere Schicht der Blastodermzellen noch während der letzten Stadien der Furchung, schon eine mehr abgeplattete Gestalt annnimmt, war auch Lereboullet bekannt, denn er sagt „elles (die Zellen der Keimhaut) sont toutes recouvertes d'une simple couche de grandes cellules de forme polygonale, ce sont les cellules épidermoidales, qui forma la tunique la plus superficielle du blastoderm."

Kupffer † giebt an, dass er der von Lereboullet vertretenen Ansicht über die Bildung der Embryonalzellen nicht beipflichten kann. Die Fische, an denen er die Furchung vom Anfang bis zum Ende verfolgte, (Gasterosteus, Spinachia, Gobius) bestätigten vielmehr die Ansicht, dass die Zellen, aus denen die Keimhaut sich bildet, die directen Endglieder des Furchungsvorganges sind. Was die von Lereboullet beschriebene Höhle betrifft, so hat Kupffer direct von aussen her an dem in normaler Lage befindlichen Keim eine Höhle nicht wahrgenommen. Zwar sah Kupffer in dem durch angesäuertes Wasser coagulirten Keim von Gobius niger, der mittelst der Schneide einer Staarnadel halbirt war, in der Mitte desselben einen Hohlraum, doch giebt er selbst an,

* Lereboullet, l. c.

† C. Kupffer, Beobachtungen über die Entwickelung der Knochenfische; in *Archiv für Mikrosk. Anat.* Bd. IV. p. 209. 1860.

dass dies keine Sicherheit dafür gewährt, dass man es mit einer praeformirten Höhle zu thun hat.

Was den Furchungsprocess betrifft, so giebt KUPFFER an, dass bei Gasterosteus und Spinachia die beiden ersten Furchen in der Regel im Centrum der Scheibe sich kreuzen, aber doch nicht immer, bisweilen tritt die zweite excentrisch auf. In seltenen Fällen erscheinen zuerst zwei Parallelfurchen. Trotz der gleichmässigen, durchscheinenden und feingranulirten Beschaffenheit der Keimscheibe konnte KUPFFER bei diesen Fischen an den Furchungskugeln erst spät, am Ende des Processes die Kerne entdecken. Bei Gobius dagegen waren schon an den ersten vier Kugeln die Kerne nicht zu übersehen.

STRICKER's * Ansichten über die Furchung nähern sich wieder mehr den von LEREBOULLET, wie aus folgendem Satze hervorgeht: „Den befruchteten Keim des Forelleneies betrachte ich nunmehr als ein sehr junges Protoplasma, dessen erste sichtbare Lebensäusserung darin besteht, dass es seine Form verändert, dass es Buckel austreibt, welche sich nach und nach abschnüren. Dieser Process macht zum mindesten einen sehr wesentlichen Theil der Furchung aus". Aber keiner der spätern Autoren hat den von STRICKER beschriebenen Vorgang bei dem Furchungsprocess bestätigen können, sodass man seine Beobachtungen wohl als fehlerhaft betrachten darf. STRICKER will weiter das Vorkommen der von LEREBOULLET beschriebenen Höhle bestätigen, die ich nach VAN BENEDEN (siehe unten) als die LEREBOULLET'sche Höhle bezeichnen will. Die in Rede stehende Höhle befindet sich aber nach LEREBOULLET im Keime selbst, die von STRICKER beschriebene Höhle liegt zwischen dem abgefurchten Keim und dem Nahrungsdotter, beide Bildungen lassen sich also nicht mit einander vergleichen. STRICKER's Höhle bildet die wahre Furchungshöhle, welche er zuerst beschrieben hat.

RIENECK's † Mittheilungen beziehen sich nur auf die Stadien, um welche die Furchung vollendet ist, so dass sie hier nicht weiter in Betracht kommen. Auch er betrachet die LEREBOULLET'sche und die von STRICKER beschriebene Furchungshöhle als einander gleichförmig.

Sehr genaue Angaben über die Furchung bei der Bachforelle verdanken wir OELLACHER §. Er sagt, dass dieselbe von dem analogen Processe im Keime anderer Knochenfische nicht abweicht, dass sie in ganz ähnlicher Weise ver-

---

* S. STRICKER, Untersuchungen über die Entwickelung der Bachforelle. *Sitzb. der Kaiserl. Akad. der Wiss.* Bd. 41. 2 Abth. p. 546. 1865.

† RIENECK, Ueber die Schichtung des Forellenkeimes; in: *Archiv für Mikrosk. Anat.* Bd. V. p. 356. 1864.

§ OELLACHER, l. c.

läuft, wie in den Eiern aller andern Thiere, mit Ausnahme der Insecten, indem der Keim an seiner Oberfläche wenigstens nach einander eine Theilung in zwei, vier, acht und successive in eine immer grössere Anzahl von Stücken von successive abnehmender Grösse aufweist. Dies geschieht mit derselben Regelmässigkeit und ebenso nach einem bestimmten Typus, wie sie dem Furchungsprocesse aller bisher daraufhin untersuchten Eier zukommen.

Doch scheint sie mir in einer Beziehung etwas von dem gleichen Processe bei den von mir selbst untersuchten Knochenfischen abzuweichen, nämlich hierin, dass der Archiblast sich erst an seiner Oberfläche in eine viel grössere Zahl von Stücken theilt, bevor dieselben sich an ihrer Basis von dem Parablast vollständig abschnüren, und dies lässt sich denn auch daraus vielleicht erklären, dass die Höhe, besonders aber der Diameter der Basis des Keimes bei den Eiern der Bachforelle, die wenigstens einen Diameter von 5 Millim. haben, im Vergleich mit den von mir selbst untersuchten Knochenfischeiern, von welchen die meisten einen Diameter von kaum mehr als 1 Millim. hatten, recht bedeutend sind. Während bei den mehrfach erwähnten kleinen Knochenfischeiern die Abschnürung der Archiblastzellen von dem Parablast gewöhnlich schon dann stattfindet, wenn der Archiblast durch eine Kreuzfurche in vier Stücke getheilt ist, dauert wahrscheinlich bei den grossen Eiern der Bachforelle die Abschnürung der Archiblastzellen an ihrer Basis (durch ihre bedeutende Grösse) so lang, dass dadurch der Archiblast Gelegenheit hat, sich an seiner Oberfläche in eine grössere Anzahl von Segmenten zu furchen, wodurch natürlich auch die Abschnürung an der Basis erleichtert werden muss.

Was das Vorkommen einer Lereboullet'schen Höhle bei der Bachforelle betrifft, so sagt Oellacher darüber folgendes: „Ich glaube den Keim vom Anfang der Furchung an bis zur Bildung der Embryonalanlage in so vielen Stadien auf Durchschnitten untersucht zu haben, wobei mir die äusserst langsame Entwickelung meiner Eier sehr zu Hülfe kam, dass ich wohl behaupten darf, dass vor der Bildung der Keimhöhle, die aber unter dem Keime auftritt und durch die Abhebung desselben vom Dotter entsteht, um welche Zeit schon einige Hunderte von Zellen vorhanden sein dürften, nie und nirgends in der Furchungsmasse eine Höhle existirt".

Ueber die obere Zellenschicht des Keimes theilt Oellacher folgendes mit: „wenn die Furchung bald zu Ende ist und jene Veränderungen im Keime Platz zu greifen beginnen, welche einerseits auf die Trennung seiner Zellmasse in Dottersack- und eigentliche Embryonalanlage, so wie auf die Entstehung der Keimblätter abzielen, erscheinen die oberen Zelllagen wieder kleiner als die unteren, ohne dass sich jedoch eine scharfe Grenze zwischen grossen und

kleinen oder ein einigermaassen auffallender Unterschied in ihrer Form vorläufig nachweisen liesse".

In einer spätern Zeit aber, wenn der Keim des Forelleneies sich auszudehnen beginnt und die erste Anlage der Keimhöhle entsteht, befindet sich an der Oberfläche des Keimes, wie er angiebt *, auf Durchschnitten eine Reihe palissadenartiger Zellen, deren Höhedurchmesser aber wenig vom Breitendurchmesser differirt. Diese einfache Zellenlage wird später zur Epidermis des Fisches und ist somit als Hornblatt aufzufassen."

Dagegen giebt WEIL † wieder an, dass er an Forellenkeimen, die mehr als drei Tage alt waren, an der Oberfläche eine schöne Mozaik von vieleckigen, gegen einander abgeplatteten, fein granulirten Zellen sah, deren Kerne kaum wahrzunehmen waren. Er bestätigt das Vorkommen der von STRICKER zuerst nachgewiesenen Keimhöhle, die, wie wir gesehen haben, nicht mit der LEREBOULLET'schen Höhle zu identificiren ist. Nach KLEIN § verläuft die Furchung bei der Bachforelle wie bei allen andern Knochenfischen.

Nach OWSIANNIKOW ** besteht die Andeutung der ersten Dotterfurchung bei Coregonus lavaretus darin, dass in der Mitte des Keimes anfangs ein schwaches Grübchen auftritt, das bald in eine an Ausdehnung und Tiefe immer zunehmende Furche übergeht. Diese theilt den Keim in zwei vollkommen gleiche Kugeln. Nachdem sich die ersten Kugeln gebildet haben, theilen sie sich wieder und so weiter, bis endlich der ganze Keim in eine grosse Anzahl kleiner Zellen zerfällt. Die Bildung der ersten Dotterkugeln bietet, wenn man diesen Process von oben betrachtet, einige Aehnlichkeit mit der Knospung der Zellen. Genauere Untersuchung sowohl der lebenden Eier, als besonders auch auf den Durchschnitten, lehren, dass hier die Zellenbildung nicht durch Knospung, sondern durch einfache Theilung vor sich geht. OWSIANNIKOW's Beobachtungen die er theils an Coregonus, theils am Lachs und mehreren anderen Fischen angestellt hat, sprechen gegen STRICKER und bestätigen vollkommen die An-

* J. OELLACHER, Beiträge zur Entwickelung der Knochenfische, nach Beobachtungen am Bachforelleneie. In: *Zeitschrift für wissensch. Zool.* Cap. III—V. p. 1. Tom. XXIII. 1873.

† C. WEIL, Beiträge zur Kenntniss der Entwickelung der Knochenfische; in: *Sitzb. der Kaiserl. Akademie der Wissenschaften in Wien.* Bd. LXV. 3 Abth. p. 171. 1872.

§ E. KLEIN, Observations on the early development of the common trout (Salmo fario); in *Quarterly Journal of Mikrosk. Sc.* Vol. XVI. p. 112. 1876.

** PH. OWSIANNIKOW, Ueber die ersten Vorgänge der Entwickelung in den Eiern des Coregonus lavaretus; in: *Bulletin de l'Académie impériale des Sciences de St. Pétersbourg.* T. XIX. p. 225. 1874.

gaben von Oellacher. Die Angabe des letztgenannten Forschers aber, dass der Keim nicht gleichzeitig in Dotterkugeln zerfalle, sondern dass man unter den ersten Furchungs-Elementen auch noch einen ungefurchten Theil antrifft, konnte er weder bei Coregonus lavaretus, noch beim Lachs bestätigen.

His * hat den Furchungsprocess beim Lachs einer sehr genauer Untersuchung unterworfen. Ueber die Reihenfolge der Furchenbildung, sagt er, „habe ich nur Bekanntes zu wiederholen, auf die erste Furche folgt die sie rechtwinklig schneidende zweite, dann eine mit diesen parallele, dritte und vierte."

Es ist im Stadium der Achttheilung die Scheidung noch eine entschieden bilaterale, wie denn auch der Keim zu der Zeit nicht kreisrund, sondern in der Richtung der Hauptfurche weiter schreitet, später verliert sich die Spur bilateraler Scheidung, die Scheibe wird wieder kreisrund und die oberflächlich sichtbaren Furchungssegmente schieben sich mit gebrochenen Grenzlinien zwischen einander ein.

Die zuerst auftretenden Furchen erstrecken sich nach His als enge Spalten von der Oberfläche in das Innere, dann weiten sie sich, wie die Schnitte erhärteter Praeparate zeigen, zu geräumigen Buchten aus. Durch das Zusammenfliessen mehrerer Buchten entsteht während des Stadiums der Achttheilung vorübergehend eine grössere, der Baer'schen Furchungshöhle des Batrachiereies vergleichbare Höhlung. Allein auch diese erhält sich nicht als einfacher Raum, sondern nach Kurzem findet man den Keim durchzogen von einem Systeme zusammenhängender Lücken, das zwischen seinen Furchungselementen sich ausbreitet.

Die Furchung nimmt in der oberen Hälfte des Keimes ihren Anfang und während letztere bereits in 8 bis 12 Segmente zerklüftet ist, ist die untere Hälfte noch ungefurcht. Hier treten also dieselben Erscheinungen auf, wie sie für die Eier der Bachforelle von Oellacher beschrieben sind. Beim Lachs verwischt sich dieser Gegensatz bald, und schon vom 3. Tage ab lassen sich keine constanten Grössenunterschiede zwischen den Zellen der Basis und denjenigen der Decke mehr nachweisen.

Im Beginn des 6ten Tages werden die an der Oberfläche liegenden Zellen etwas kleiner, und bilden eine dichtgefügte Schicht, die His in Uebereinstimmung mit Götte † als: „Deckschicht" beschreibt.

C. van Bambeke § theilt mit, dass bei Leuciscus rutilus die Furchung innerhalb 12 Stunden beendigt ist, und nichts von den anderen Knochenfischen abweichendes zeigt. Die von Lereboullet erwähnte Höhle kommt nach

---

* W. His, l. c.

† Götte, l. c.

§ Van Bambeke, l. c.

VAN BAMBEKE auch bei Leuciscus rutilus vor. Er bezeichnet dieselbe als „cavité de segmentation" und sagt darüber folgendes: „Je puis assurer toutefois que cette cavité de la segmentation n'est pas une production artificielle, jamais je ne l'ai vue faire défaut, et toujours elle s'est presentée avec les mêmes caractères." Aus diesen so positiven Angaben geht also hervor, dass wirklich bei einigen Knochenfischen eine LEREBOULLET'sche Höhle auftreten kann, obgleich es für den Augenblick nicht zu erklären ist, wie es kommt, dass sie bei einigen Knochenfischen wohl, bei anderen dagegen nicht vorhanden ist.

VAN BENEDEN * beschreibt die äussere Zellenschicht des abgefurchten Keimes bei den pelluciden Eiern, welche er in Villafranca Gelegenheit hatte zu untersuchen folgenderweise: „Les cellules superficielles, au lieu d'être polygonales à la coupe, se montrent applaties, elles forment une sorte d'épithélium pavimenteux simple, qui délimite extérieurement le blastodisque. A la coupe ces cellules paraissent lenticulaires, leur face externe est à peu près plane". Derselbe Forscher stellt dann wohl mit vollem Rechte vor: „de designer sous le nom de cavité de LEREBOULLET, la cavité observée par cet auteur dans l'épaisseur du blastodisque chez la Perche et le Brochet (cavité de segmentation, LEREBOULLET) et signalée de VAN BAMBEKE chez le Gardon". Dagegen muss man nach ihm den Namen: „cavité de segmentation, Furchungshöhle, ou Blastocoelome" derjenigen Höhle geben, welche am Ende des Furchungsprocesses zwischen dem Keim und dem Nahrungsdotter erscheint. Eine LEREBOULLET'sche Höhle fand VAN BENEDEN nicht. Ueber die Furchungshöhle, welche ich in dem Stadium, in welchem die Umwachsung des Nahrungsdotters durch den abgefurchten Keim anfängt, bei allen untersuchten Knochenfischen immer gefunden habe, werde ich im nächsten Capitel ausführlicher handeln.

Der Furchungsprocess des Heringseies ist von KUPFFER † genau beschrieben. Etwa $1^1/_2$ bis 2 Stunden nach der Befruchtung wird das Erscheinen der ersten Furche; Hauptfurche, durch eine kurze lineäre Depression auf dem Scheitel des Keimes eingeleitet. Dem Einschneiden der ersten Furche geht eine Verdünnung der Rindenschicht am entgegengesetzten Pol parallel, man kann in diesem Momente die Schicht nicht nachweisen, sie scheint verschwunden, erst später wird sie am Gegenpol wieder sichtbar. Diese nächste Phase des Vorganges ist nicht das Auftreten einer zweiten, meridionalen Furche senkrecht zur ersten, sondern die Abschnürung der beiden Furchungskugeln an ihre Basis, also das Erscheinen einer aequatorialen Furche, die den Keim von der Rindenschicht

* E. VAN BENEDEN, l. c.

† KUPFFER, l. c.

sondert. So also wird der Keim erst isolirt. An demselben läuft dann der Furchungsprocess weiterhin in bekannter Weise ab.

KUPFFER bestätigt dann weiter die zuerst von HIS für das Lachsei angegebenen interessanten Daten, dass auch beim Heringsei der Keim während des Furchungsprocesses beträchtlich im Wachsthum zunimmt. Beim Lachs fand HIS *, dass dasselbe im Laufe der Furchung eine ungefähre Verdoppelung des Volum's beträgt. Dieses Maass der Vergrösserung wäre nach KUPPFER für das Heringsei wohl zu hoch gegriffen, wenn auch eine nicht unbedeutende Zunahme in Grösse ausser Zweifel steht. Nach KUPFFER steht die ursprüngliche, relative Grösse des Keimes im umgekehrten Verhältnisse zum Maasse des Wachsthums während der Furchung, relativ kleine Keime wachsen nach ihm auch stärker. Aus dem Mitgetheilten ergiebt sich also, dass die meisten Autoren darin mit einander übereinstimmen, dass während des Furchungsprocesses die zuerst von LEREBOULLET beschriebene Höhle, welche in dem Keime selbst sich befinden sollte, nicht besteht; dass der Furchungsprocess bei allen Knochenfischen auf die gewöhnliche Weise verläuft, wenn auch während der ersten Phasen der Furchung bei grössern Knochenfischeiern (Salmen, Forelle) die Erscheinungen etwas anders sich abspielen, als bei kleinen Knochenfischeiern; und endlich dass die äussere Zellenschicht des Keimes sich noch während der Furchung als eine besondere Schicht, die Deckschicht, differenzirt.

Rückblick und Zusammenfassung.

Das Ei der Knochenfische besteht also am Ende der Furchung aus dem abgefurchten Archiblast, d. h. aus der aus zahlreichen kleinen Zellen bestehenden Keimscheibe, und aus dem sehr zahlreiche Kerne enthaltenden Parablast, d. h. aus einer *einzigen vielkernigen Zelle*. Aus dem Archiblast entwickeln sich alle Keimblätter, niemals betheiligt sich an ihrer Bildung der Parablast. An jedem Querschnitt eines gut conservirten Eies bemerkt man noch in viel spätern Stadien der Entwickelung, in denen z. B. wo nicht allein die Chorda, sondern auch der Darm sich schon gebildet haben, immer noch dieselbe einzige vielkernige Zelle. Unterhalb der Embryonalanlage liegen die Kerne in dichten Haufen und in mehreren Reihen bei einander, unter den übrigen Partien des Blastoderms — des Dottersackes — treten sie nur vereinzelt auf. Daraus geht also wohl bestimmt hervor, dass die Kerne des Parablast sich nicht an der Bildung der Keimblätter, sich nicht an der Bildung die Entoderms be-

* HIS, l. c.

theiligen, denn sonst müssten sie doch in einem Stadium verschwunden sein, in welchem der Darm schon vollständig ausgebildet ist. Aehnliches lässt sich auch an den vollkommen durchsichtigen pelagischen Eiern beobachten. Behandelt man nämlich solche Eier, bei welchen der Embryo schon deutlich angelegt, die Chorda schon vorhanden ist und verschiedene Urwirbel schon zu zählen sind, mit verdünnter Essigsäure, dann ist es nicht schwierig, die Kerne des Parablast unter der Embryonalanlage und unter den übrigen Partien des Blastoderms herauszufinden. Eine Betheiligung an der Bildung der Keimblätter ist also ausgeschlossen.

Mit vollem Recht dürfen wir dann fragen, was für eine Bedeutung kommt den zahlreichen in der Protoplasmaschicht des Parablast abgelagerten Kernen zu. Diese Frage ist um so mehr berechtigt, als es sich wirklich nachweisen lässt, dass die in Rede stehende Schicht von sehr grosser Bedeutung für das Leben des Archiblast und die von ihm herrührende Anlage des Embryo ist. Dies möge aus folgenden Versuchen deutlich werden. Bekanntlich entwickeln sich die Eier der Knochenfische nur dann regelmässig und normal, wenn sie in strömendes Wasser gebracht werden, während sie dagegen in stehendem Wasser sehr bald absterben. Ich habe nun vom Hering eine Portion künstlich befruchteter Eier in strömendes Wasser gebracht und eine andere Portion derselben Eier in stehendes Wasser, welches nur zwei Mal täglich erneuert wurde. Aller zwei Stunden wurden die Eier beider Portionen auf ähnliche Weise gehärtet und nachher an Querschnitten untersucht. Anfangs verläuft die Entwickelung der Eier beider Portionen vollkommen auf gleiche Weise. Nach kürzerer oder längerer Zeit bemerkt man aber bei den Eiern, welche in stehendem Wasser sich entwickelten, an den Kernen des Parablast eigenthümliche Veränderungen, am meisten einer fettigen Degeneration vergleichbar. Bis zu diesem Stadium sind die Zellen des Archiblast noch vollkommen normal, kaum aber ist die fettige Degeneration der Kerne des Parablast eingetreten, oder die Zellen des Archiblast entwickeln sich nicht regelmässig mehr und nach einigen Stunden sind die Eier abgestorben. Auch wenn man solche Eier, in welchen die ersten Spuren einer fettigen Degeneration der Kerne des Parablast sichtbar wird, in strömendes Wasser überbträgt, gelingt es nicht mehr die Eier am Leben zu erhalten, obgleich die Zellen des Archiblast dann noch vollkommen normal aussehen.

Untersucht man Eier während der ersten Stunden der Entwickelung und macht man von solchen Eiern jede halbe Stunde eine Umrisszeichnung, in der Art, dass man den Focus auf den optischen Mittelpunkt einstellt, und die Um-

risse mit dem Zeichenprisma anfertigt, dabei so viel möglich immer dieselben Eier benützt, was für Eier die ankleben, wohl keine Schwierigkeiten hat, dann bekommt man also eine Anzahl Umrisse, die sich mit einander vergleichen lassen. Indem aber der Diameter der Eier einer und derselben Fischart nicht unbedeutenden Schwankungen unterliegt, lassen sich eigentlich nur diejenigen Umrisse mit einander vergleichen, die einem und demselben Ei während seiner Entwickelung entnommen sind. Man kann nun diese Umrisse als Flächen eines Umwälzungskörpers betrachten und nimmt man diesen Umwälzungskörper als Kugel an, dann lässt sich daraus leicht der Inhalt des Archiblast und Parablast berechnen. Zwar macht man dabei einige nicht unbedeutende Fehler, denn gewöhnlich haben die Eier nicht eine vollkommene Kugelgestalt, doch macht dies hier weniger aus, denn es kommt hier nicht darauf an, den absoluten Inhalt von Archiblast und Parablast zu berechnen, sondern nur den relativen.

Aus solchen Berechnungen ergiebt sich, dass der Archiblast schon während der ersten Stunden der Entwickelung in Grösse zunimmt, dieses Wachsthum kann natürlich nur auf Aufnahme von Nahrungsmaterial beruhen und letzteres kann nur von dem Parablast geliefert werden.

Das Factum ist nicht neu. His * verdanken wir schon die ersten interessanten Mittheilungen über das Wachsthum des Keimes während der Furchung beim Lachs, dasselbe beläuft sich im Verlaufe des Furchungsprocesses ungefähr auf das Doppelte des Volumens. Auch Kupffer † giebt an, dass beim Heringsei ein beträchtliches Wächsthum des Keimes während der 10—14 Stunden, die der Furchungsprocess währt, ausser Zweifel steht.

Stellen wir nun die ebenerwähnten Thatsachen zusammen, dass 1) die an Kernen reiche Protoplasmaschicht unterhalb der Embryonalanlage am dicksten ist, indem hier die Kerne dicht zusammen gehäuft liegen; 2) dass sobald die Kerne dieser Schicht krankhaft afficirt werden, die Zellen des Archiblast oder die von diesem herrührenden Embryonalanlage absterben; 3) dass nicht allein der Embryo, sondern auch die Keimscheibe während des Furchungsprocesses schon wächst und dass dieses Wachsthum nur auf Aufnahme von Nahrungsmaterial aus dem Parablast herrühren kann; dann glaube ich, dass wir zu dem Schlusse berechtigt sind, in dieser Kernschicht die Werkstätte zu sehen, welche die Bestandtheile des Nahrungsdotters, des Parablast, assimiliret, um

* His, l. c. p. 5—6.
† Kupffer, l. c. p. 197.

Zellen des Archiblast oder dem von ihm abstammenden Embryo in eine für die Ernährung geeignetere Form zu überreichen, mit anderen Worten, die an Kernen reiche Protoplasmaschicht des Parablast functionirt als *provisorisches Blut.*

Ob später das gemeinschaftliche Protoplasma, in welchem die Kerne abgelagert sind, um jeden derselben sich ansammelt, sich also in bestimmte Territorien theilt, mit anderen Worten, ob diese Kerne sich später zu Zellen differenziren, weiss ich nicht, und ebenso wenig kann ich etwas Bestimmtes über ihr späteres Schicksal mittheilen, denn so weit sind meine Untersuchungen noch nicht gefördert. Wenn sich aber die Angaben von His bestätigen, dass sie nachher Blutkörperchen werden, eine Angabe die auch von Balfour für die Knorpelfische getheilt wird, dann würde dadurch die von mir aufgestellte Meinung, dass die an Kernen reiche Protoplasmaschicht des Parablast als provisorisches Blut fungirt, wohl am kräftigsten gestützt werden, aber dann würde dies auch ein höchst eigenthümliches Licht auf die Genese des Blutes werfen, denn dann würde das erste Blutkörperchen in demselben Moment geboren, in welchem sich der erste Furchungskern in zweie theilt, in welchem sich das Ei zu einer Theilung in Archiblast und Parablast vorbereitet.

VI. Die Bildung der Keimblätter und die Anlage des Embryo.

Sobald der Furchungsprocess beendigt ist, der Archiblast in einen Haufen sehr zahlreicher kleiner Furchungskugeln, der Parablast in eine vielkernige Zelle sich umgebildet hat, beginnt der erstgenannte, der bisher im Allgemeinen annäherend die Form eines Kugelsegmentes bewahrte, sich über die dem Keimpol zugekehrte Hälfte des Parablast auszubreiten, indem er die Form einer Kappe annimmt, die sich nun stetig vergrösserend, den Rand gegen den Aequator des Eies vorschiebt.

Die Veränderungen, welche bei der Umgestaltung des Archiblast zur Kappe eintreten, verlaufen nicht bei allen Knochenfischen in vollständig ähnlicher Weise, obgleich die Erscheinungen sich doch alle auf ein gemeinschaftliches Schema zurückführen lassen. Anfangs scheint bei allen die Mitte der Kappe zunächst dicker zu bleiben, bald darauf aber tritt eine Umlagerung eines sehr beträchtlichen Theiles der Zellen ein; die Folge dieser Umlagerung sind, dass die Mitte der Kappe d. i. der Theil um den Keimpol sich allmählich mehr und mehr verdünnt, und eine deutliche Verdickung des Randes erfolgt, mit anderen Worten, es kommt zur Bildung des sogenannten Randwulstes. Der verdünnte

A 18

mittlere Theil wird von HIS als Mittelscheibe bezeichnet; KUPFFER, der demselben früher den Namen „Mittelfeld" gab, hat sich nachher der Terminologie von HIS angeschlossen.

Es ist nun in dieser Periode der beginnenden Ausbreitung des Archiblast, dass sich unterhalb desselben, d. i. unterhalb des Mittelfeldes, eine mit einer eiweissartigen Flüssigkeit erfüllte Höhle — die Furchungshöhle — bildet. Ich fand dieselbe bei allen untersuchten Knochenfischen, bei allen untersuchten Gobius- Julis- und Scorpaena-Arten, bei Fierasfer, Heliasis, Hippocampus, Blennius, wie bei der Forelle; ich fand dieselbe ebenfalls beim Hering. Ich erwähne hier den Hering darum besonders, weil KUPFFER angiebt, beim Hering „ist nichts davon zu sehen."

Taf. VII, Fig. 1 stellt einen Querschnitt vor, durch ein Ei des Zuiderzeeherings, 38 Stunden nach der Befruchtung. Es ist wohl nicht zweifelhaft, dass wir hier einer ähnlichen Bildung begegnen, wie bei allen anderen erwähnten Knochenfischen; die intensive Färbung, welche die in dieser Höhle befindliche äusserst feinkörnig erscheinende Masse nach Tinction mit Pikrocarmin annimmt, spricht wohl für die Thatsache, dass wir hier mit einer eiweissartigen Flüssigkeit zu thun haben, welche sich in der in Rede stehenden Höhle angesammelt hat.

Ich habe schon angegeben, dass die Veränderungen, welche bei der Umgestaltung des Archiblast zur Kappe eintreten, nicht bei allen Knochenfischen in vollständig ähnlicher Weise verlaufen, und daher müssen wir die Erscheinungen bei den einzelnen Arten etwas ausführlicher betrachten.

Fierasfer acus. Die Eier von Fierasfer acus erhielt ich immer erst dann, wenn der Furchungsprocess schon ziemlich weit gefördert war, vermuthlich 8—9 Stunden nach der natürlichen Befruchtung. Unterhalb des Archiblast lagen die freien Kerne in der Protoplasmaschicht des Parablast in einer einzigen Schicht, sehr regelmässig angeordnet und zwar sehr dicht auf einander gehäuft. Ungefähr um die zwölfte Stunde wahrscheinlich zeigten sich die ersten Erscheinungen der Ausbreitung des Archiblast und gleichzeitig mit dieser das erste Auftreten der anfangs noch sehr kleinen Furchungshöhle. Der Rand des Archiblast (von einem Randwulst kann man in diesem Augenblick noch nicht sprechen) ist im Anfang überall gleichmässig breit, aber schon nach einer Stunde, wenn das Mittelfeld deutlich dünner als der Rand, den man jetzt als „Randwulst" bezeichnen kann, geworden ist, bemerkt man, dass die eine Hälfte des Randwulstes dicker, die andere dünner wird. Mit dem Auftreten dieser einseitigen Verdickung bemerkt man gleichzeitig eine Spaltung der bis jetzt einander noch so vollkommen ähnlichen Zellen des Archiblast, die vom Randwulst ausgeht und damit die erste Sonderung des Archiblast in zwei

Schichten — Keimblätter — welche beide mehrlagig sind. Das oberste Keimblatt ist das Ektoderm, das untere enthält in sich das noch nicht weiter differenzirte Mesoderm und Entoderm, man kann es also als das primäre Entoderm bezeichnen. Die Zellen des Ektoderms und die des primären Entoderms sind wie gesagt, einander noch so vollkommen ähnlich, dass sie, wenn man sich die Spalte wegdenkt, durchaus nicht von einander zu unterscheiden sind, nur die äusserste Schicht des Ektoderms hat sich — wie wir wissen — in ein Plattenepithelium umgebildet.

Die einseitige Verdickung des Randwulstes und die damit Hand in Hand gehende Spaltung des Archiblast in zwei Keimblätter tritt bei Fierasfer sehr frühseitig ein, lange noch bevor der Randwulst den Aequator erreicht hat. Die Spalte erstreckt sich bald allseitig vom Randwulst bis zu der jetzt schon kleiner gewordenen Furchungshöhle aus (Holzschnitt Fig. 1). Die Ausbreitung des Archiblast schreitet nun gleichmässig weiter, dabei wird der Rand des Archiblast immer weiter und sich selbst parallel vorgeschoben. Gleichzeitig wird die eine Hälfte des Randwulstes immer dünner, die andere immer dicker. Ungefähr um die 16te Stunde, wenn der Rand des Archiblast noch ungefähr 20⁰ vom Aequator absteht, bemerkt man eine zweite sehr feine Spalte in dem primären Entoderm, die untere, dem Parablast anliegende Schicht besteht nur aus einer Lage von Zellen, sie bildet das secundäre Entoderm oder das eigentliche Entoderm, die obere Schicht dagegen ist mehrlagig und bildet das Mesoderm. Hiermit ist die Anlage der Keimblätter beendigt, Ektoderm und Mesoderm sind mehrschichtig, das Entoderm dagegen nur einschichtig. Das Mesoderm ist hier also wohl unzweifelhaft ein Abspaltungsproduct des primären Entoderms (vergl. Holzschnitt Fig. 2). In der Lage und Anordnung der freien Kerne ist eine grosse Veränderung eingetreten, sie liegen nämlich jetzt nicht mehr in einer einzigen Schicht dicht aufeinander, sondern unregelmässig verbreitet, und weit auseinander.

Fig. 1.

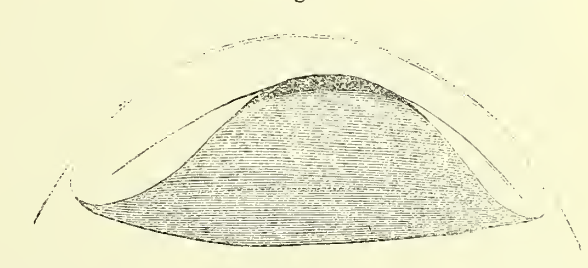
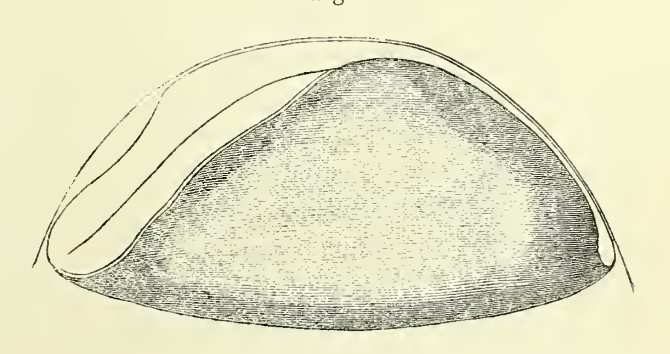


Fig. 2.



Von allen untersuchten pel-

luciden Eiern liess sich die Anlage der Keimblätter bei denen von Fierasfer am schönsten verfolgen (ich meine hier natürlich am intacten Object, nicht an Querschnitten).

Nach den Eiern von Fierasfer sind für die Anlage der Keimblätter die von Heliasis chromis sehr zu empfehlen. Bei dieser Knochenfischart kann ich leider nicht genau den Zeitpunkt angeben, wenn die Ausbreitung des Archiblast anfängt. Bei der eintretenden Umwachsung ist der Randwulst anfangs überall gleichmässig dick und dies bleibt fortbestehen, bis derselbe ungefähr 45° vom Gegenpol entfernt ist. Die Umwachsung geht von Anbeginn bis zu diesem Punkte in allseitig gleichmässiger Weise vor sich und der Randwulst wird sich selbst parallel vorgeschoben. Bis zu diesem Stadium ist von einer Spaltung im Randwulste nichts zu sehen, erst dann, wenn derselbe 45° vom Gegenpol absteht, tritt die einseitige Verdickung auf und mit dieser Hand in Hand die Spaltung im Randwulste und damit die Anlage der beiden primären Keimblätter. Bei Heliasis ist diese Spalte sehr deutlich, weniger deutlich ist die später im primären Entoderm auftretende Spalte, wodurch dieselbe das primäre Entoderm in Mesoderm und secundäres Entoderm trennt. Wie bei Fierasfer ist Ektoderm und Mesoderm vielschichtig, das Entoderm dagegen nur einschichtig.

In mancher Beziehung den Eiern von Heliasis chromis ähnlich verhalten sich die der Gobius-Arten. Auch hier tritt die einseitige Verdickung des Randwulstes erst dann auf, wenn die Umwachsung des Parablast durch den Archiblast so weit gefördert ist, dass dieselbe dem Gegenpol nähekommt. Für die Anlage der Keimblätter sind aber diese Eier weniger zu empfehlen.

Die Eier von Julis und Scorpaena stimmen dagegen wieder mehr mit denen von Fierasfer überein. Bei den Eieren von Scorpaena fängt der Archiblast ungefähr um die zwölfte Stunde (nach der künstlichen Befruchtung) sich auszubreiten an, und hiermit Hand in Hand treten wie bei Fierasfer eigenthümliche Veränderungen in der Lage der freien Kerne ein. Bis vor der Ausbreitung des Archiblast in mehreren Schichten weit auseinander liegend, rücken sie jetzt sehr dicht aufeinander und sind dann nur in einer einzigen Schicht gelagert. Kaum ist der Randwulst entstanden, lange noch bevor derselbe den Aequator erreicht hat, so leitet die einseitige Verdickung des Randwulstes sich schon ein und hiermit auch die Anlage der Keimblätter, die aber bei weitem nicht so deutlich als wie Fierasfer sind. Was von den Eiern von Scorpaena gesagt ist, gilt auch für die von Julis.

Bei den Eiern von Blennius lässt sich die einseitige Verdickung schon nachweisen, wenn der Randwulst kaum 45° erreicht hat.

Bei den Eiern des Zuiderzeeherings tritt die einseitige Verdickung des Rand-

wulstes auf, wenn die Umwachsung schon den Aequator überschritten hat (ungefähr um die 40ste Stunde). Bei diesem Knochenfisch habe ich die Verhältnisse auch auf Querschnitten etwas genauer studirt. Fig. 3 (Holzschnitt) ist ein Schnitt durch ein Ei aus der 42sten Stunde. In der verdickten Hälfte des Randes liegen die Zellen in zahlreiche Schichten angeordnet, nach der verdünnten Hälfte zu werden sie immer weniger zahlreich, und untersucht man den mittleren Theil der verdünnten Hälfte, so ergiebt sich, dass die Keimzellen hier nur in sehr wenigen Schichten abgelagert sind. Nach innen zu bemerkt man die in der feinkörnigen Grundsubstanz abgelagerten freien Kerne des Parablast an der verdünnten Hälfte des Randwulstes nur in einer einzigen Schicht gelagert, unter der verdickten Hälfte des Keimhautrandes oder Randwulstes findet man sie dagegen in mehren Schichten.

Fig. 3.



Wir haben schon gesehen, dass mit der Ausbreitung des Archiblast sich auch bei allen Knochenfischen unterhalb des Mittelfeldes eine Furchungshöhle bildet. Dieselbe liegt, wie es scheint, bei allen anfangs central. Bei den Knochenfischen, bei welchen schon sehr frühzeitig die einseitige Verdickung auftritt, wird bald eine Veränderung in der Lage der Furchungshöhle sichtbar, sie liegt nicht mehr central, sondern rückt allmählich mehr und mehr unterhalb des verdünnten Theils des Archiblast; besonders deutlich liess sich dies nachweisen an den Eiern von Scorpaena und Blennius, weniger deutlich, obgleich doch vorhanden, an denen von Julis und Fierasfer.

Dagegen scheint die Furchungshöhle bis zu ihrem Verschwinden ihre centrale Lage bei den Knochenfischeiern beizubehalten, bei welchen die einseitige Verdickung des Randwulstes erst dann auftritt, wenn die Umwachsung dem Gegenpol nähekommt (Gobius, Heliasis). Hier ist die Furchungshöhle schon verschwunden, wenn die einseitige Verdickung sich zu bilden anfängt, während sie bei den vorhererwähnten Eiern noch mächtig entwickelt ist, wenn ihre Bildung sich einleitet.

Um die Anlage der Keimblätter genauer an feinen Querschnitten zu studiren, sind die grossen Eier der Forelle oder des Lachses wohl am meisten zu empfehlen, besonders auch deshalb, weil bei diesen Eiern die Entwickelung sehr langsam verläuft. Ich habe für diesen Zweck die Eier der Forelle gewählt. Bei den Eiern dieses Knochenfisches flacht sich der Archiblast bei beginnender Ausbreitung nicht gleichmässig ab, sondern erscheint auf der einen Seite von vorn herein dicker und bei der nachher folgenden Bildung des Randwulstes ist dieser im Umfange des ganzen Keimes ebenso ungleich, wie früher der einfache Rand. Hier tritt also die einseitige Verdickung noch früher als bei allen vorhin erwähnten Eiern auf. Hat der Randwulst sich ausgebildet, dann tritt die Spaltung auf, durch welche die beiden primären Keimblätter gebildet werden. Taf. VI, Fig. 8 stellt einen Querschnitt aus diesem Stadium vor. Die Zellen des Archiblast sind alle einander noch vollständig gleichgestaltet, ausgenommen natürlich die obere Schicht von pflasterförmigen Zellen, welche ich mit Götte als „Deckschicht" bezeichnen werde, und nur die anfangs kaum zu sehende Spalte giebt die erste Differenzirung der Keimzellen in den beiden primären Keimblättern an. Die Spalte streckt sich nach allen Seiten gleichmässig aus, von der Furchungshöhle bis nahe dem äusseren Theil des Randwuldes, wo also die beiden primären Keimblätter in einander übergehen. Die Zellen des Ektoderms sowohl als die des primären Entoderms sind mehr oder wenig rundlich polygonal.

Taf VI Fig. 10 ist ein Querschnitt aus einem spätern Entwickelungsstadium. Die Spalte, durch welche die beiden primären Keimblätter von einander getrennt werden, erscheint deutlicher und schärfer, zugleich bemerkt man aber, dass von dem unteren primären Keimblatt, dem primären Entoderm, ein neues Blatt sich abgespalten hat. Dasselbe liegt dem Parablast unmittelbar auf und besteht nur aus einer einzigen Schicht von Zellen, die allmählich deutlicher eine ovale Gestalt annehmen, und so sich noch scharfer als ein eigenes Keimblatt kennzeichnen.

Hiermit ist die Anlage der Keimblätter fertig. Ektoderm und Mesoderm sind mehrschichtig, das secundäre Entoderm, welches ich einfach als Entoderm bezeichnen werde, ist einschichtig. Unterhalb des Entoderms begegnet man den freien Kernen des Parablast in sehr grosser Zahl.

Die so entstandene einseitige Verdickung des Randwulstes giebt bekanntlich die erste Anlage des Embryo, welcher nun vom Wulst aus gegen den Keimpol

in der Form einer gewölbten Platte verwächst, die den Namen „Embryonalschild" trägt. Die Bildung der Embryonalanlage vollzieht sich aber, wie wir gesehen haben, je nach dem Eie in ganz verschiedenen Momenten der Umwachsung, bei Fierasfer, Scorpaena, Julis und Blennius lange noch bevor der Randwulst den Aequator des Eies erreicht hat, bei den drei erstgenannten Knochenfischen selbst dann schon, wenn die Bildung des Randwulstes eben erst angefangen hat; bei Gobius und Heliasis ganz am Schluss der Umwachsung, derart, dass hier die Embryonalanlage an der vom Keimpol abgewandten Eihälfte auftritt, beim Hering nachdem der Parablast zur Hälfte umwachsen ist. Bei der Forelle flacht sich selbst der Archiblast bei ihrer beginnenden Ausbreitung nicht gleichmässig ab, sondern ist auf der einen Seite von vorneherein dicker und mit dieser Verdickung ist gleichzeitig die Embryonalanlage gegeben.

Aber in welchen ganz verschiedenen Momenten der Umwachsung die Embryonalanlage auch auftreten möge, so geht doch die Umwachsung vom Anbeginn immer in allseitig gleichmässiger Weise vor sich, der Rand wird sich selbst parallel vorgeschoben, und hieran ändert das Auftreten der Embryonanlage gar nichts. An schönsten lässt sich dies wohl an den Eiern der Forelle nachweisen, wo der Process äusserst langsam verläuft und wo man sich leicht überzeugen kann, dass bis zum Schlusse der Umwachsung eine Abweichung des Parallelismus nicht stattfindet.

Der erste, der am Fischeie Keimblätter unterschied, war Rathke *. Nach ihm soll bei Blennius viviparus die Keimhaut aus zwei Blättern bestehen, die in der Mitte des Embryo von einander trennbar, an den Rändern aber unter einander verwachsen sind.

Indessen erkannte Rathke jedoch die Anwesenheit dieser zwei Keimblätter erst in einem ziemlich späten Entwickelungsstadium, und wohl erst dann, wenn Gehirn und Rückenmark, Chorda und Keimwulst schon angelegt waren und der Darm eine deutliche Rinne bildete. Aus dem Schleimblatte liess Rathke den Darm hervorgehen, so wie den Dottersack. Mit dem Schleimblatt verwachsen ist das Gefässblatt, das mit dem Schleimblatte in die Bildung des Dottersackes eingeht, dies wäre also ein drittes Blatt. In der Mitte längs der Chorda sind nach Rathke Schleim- und seröses Blatt verwachsen oder innig verbunden,

---

* Rathke, Bildungs- und Entwickelungsgeschichte des Blennius viviparus; in: *Abhandl. zur Entwickel. des Menschen und der Thiere.* I Th. 1832.

zu beiden Seiten sind beide Blätter trennbar. Aus dem serösen Blatt lässt RATHKE die ganze Leibeswand und deren Anhänge (Flosse, Schwanz u. s. w.) hervorgehen, mit seinem peripherischen Theil umwächst es den Dottersack und bildet es um den Dotter einen zweiten Sack, den RATHKE zum Unterschiede von dem Dottersack „Nabelsack" nannte.

RUSCONI * theilt über die erste Entwickelung im Eie (Schlei und Weissfisch: Cyprinus tinca und alburnus L.) Folgendes mit. Zuerst will ich hervorheben, dass nach ihm die Wörter: Keim, Dotter und Ei synonym sind. Wenn der Furchungsprocess beendigt ist, fängt der Dotter an sich in den Embryo umzuwandeln, die Portion der Dotterhaut, welche die vorragende Stelle übersieht, wird zur Haut des Fisches, diese Umwandlung erstreckt sich nach und nach über die ganze Oberfläche der Dotterkugel und lässt nur eine kleine, kaum merkliche Spalte übrig, welche der After des werdenden Thieres ist. Aber ehe die Haut sich vollständig organisirt hat, zeigt sich auf der neuen Haut ein leichter, dreiseitiger, weisslicher, halb durchsichtiger und nicht ganz genau begrenzter Fleck, und dieser ist die Anlage des Embryo.

Wie RATHKE unterscheidet VON BAER † bei den Knochenfischen zwei Keimblätter, ein dem Dotter zunächst liegendes „plastisches" und ein äusseres „für die animalen Theile des Leibes bestimmtes Blatt." Später spricht er von einer Trennung in ein animales und vegetatives Blatt am vorderen Leibesende, durch das die Bildung des Herzens eingeleitet werde.

DE FILIPPI's § Angaben haben für die Keimblätter durchaus keinen Werth.

VOGT ** giebt an, dass bei Coregonus Palea der Keim nach der Furchung den Dotter umwächst. An einer Stelle bleibt der Keim dicker und je mehr er den Dotter umwächst, um so mehr wird diese Anschwellung excentrisch. Hat der Keim die Hälfte des Eies umwachsen, dann tritt eine Scheidung in Embryonalanlage und Dotterblase ein, an einer Stelle sieht man den Keim den Dotter überragen, an der anderen die oben erwähnte Anschwellung. Jene Vorragung und obige Anschwellung hängen mit einander zusammmen, das Ganze stellt die Em-

---

* RUSCONI, Ueber die Metamorphose des Eies der Fische vor der Bildung des Embryo; in: MÜLLER's *Archiv für Anat. und Phys.* 1836. p. 281.

† K. F. VON BAER; Entwickelungsgeschichte der Fische.

§ DE FILIPPI, Memoria sullo sviluppo dell ghiozzo d'aqua dola (Gobius fluviatilis); in: *Annali universali di Medicina compilati dal dott. Omodei* 1841.

** C. VOGT, Embryologie des Saumons. 1842.

bryonanlage dar. Von eigentlichen Keimblättern spricht VOGT nirgends und Aehnliches gilt von der Mittheilung von AUBERT *.

Der erste Forscher auf dem Gebiete der Entwickelungsgeschichte der Knochenfische, der von einer Schichtung des Keimes vor dem Auftreten des Embryo und während der ersten Zeit der Entwickelung desselben handelt, ist LEREBOULLET † gewesen, in seinen Untersuchungen über die Entwickelungsgeschichte des Hechtes, des Barsches und der Forelle. Indem LEREBOULLET selbst angiebt, dass keine nennenswerthen Unterschiede in der Entwickelung dieser drei Knochenfisch-Arten bestehen, so beschränke ich mich hier auf seinen Mittheilungen über die Entwickelung der Forelle. Dort heiss es „Le blastoderme est doublé intérieurement par une membrane mince qui passe sous l'embryon, et adhère à sa partie inférieure. Cette membrane (feuillet muqueux) est encore granuleuse; elle renferme une grande quantité de cellules graisseuses endogènes, c'est-à-dire contenant d'autres vésicules graisseuses en nombre variable. L'embryon est composé de cellules homogènes et semblables entre elles (cellules embryonaires) et de cellules épidermoïdales caractérisées par des dimensions plus grandes et par la présence d'un gros noyau". Das untere Keimblatt „feuillet muqueux" resp. entoderm, wurde also nach ihm aus dem Nahrungsdotter seinen Ursprung nehmen.

KUPFFER § wiess zuerst an den Eiern von Gobius, Spinachia und Gasterosteus nach, dass die Zellen des Archiblast, des Keimes, die directen Endglieder des Furchungsprocesses sind. Erst in einem viel spätern Entwickelungsstadium, wenn die Rückenfurche sich schon gebildet hat, unterscheidet er drei deutlich getrennte Blätter. Von diesen drei Blättern gehören das obere und das mittlere dem aus der Furchung hervorgegangenen Keime (Archiblast) an, das dritte entsteht nach ihm wahrscheinlich auf ganz abweichendem Wege, unterhalb der Keimhaut, aus der die beiden obern Blätter hervorgehen, als eine von Anbeginn separirte einfache Zellenlage, und überkleidet den Dotter. Die Zellen dieses Blattes sollen nach ihm, wie wir schon früher gesehen haben, auf endogener Weise entstehen.

RIENECK's Angaben ** über die Bildung der Keimblätter bei den Knochen-

* AUBERT, l. c.

† LEREBOULLET, l. c.

§ C. KUPFFER, Beobachtungen über die Entwickelung der Knochenfische; in: *Archiv für Mikrosk. Anatomie.* Band IV, p. 202. 1868.

** T. RIENECK, Ueber die Schichtung des Forellenkeimes; in: *Archiv für mikrosk. Anatomie.* Bd. V. p. 356. 1869.

fischen sind mir nicht ganz verständlich. Nur erwähnen will ich, dass er sämmtliche Keimblätter von dem abgefurchten Keime ableitet.

Von grosser Bedeutung für die Kenntniss der Keimblätter bei den Knochenfischen sind die Mittheilungen von GÖTTE *. Nach ihm bilden nach beendigter Furchung die Zellen des Keimes eine linsenförmige Scheibe, welche in einer entsprechenden Vertiefung des Dotters ruht. Darauf verdünnt sich die Mitte des Keimes und lösst sie sich vom Dotter, so dass zwischen beiden die Keimhöhle entsteht. Dann schlägt sich der Rand des Keimes auf einer Seite nach unten um und breitet sich an der unteren Fläche des Keimes aus. So besteht der Keim aus zwei Schichten, welche im verdickten Rande zusammenhängen. Wo jener Umschlag begann, bildet sich die Embryonalanlage, indem die tiefere Schicht sich in zwei Blätter sondert, so dass dort im Ganzen drei Blätter übereinander liegen.

In einer spätern Arbeit kommt GÖTTE † noch einmal auf diese Sache ausführlicher zurück, um zu zeigen, dass die secundäre Keimschicht auch in ihrem Anfange oder innerhalb des Randwulstes nicht durch eine Abspaltung von der schon unsprünglich darüberliegenden Zellenmasse entstehe, sondern aus dem äussersten Rande der primären Keimschicht hervorwachse, um sich weiterhin an deren unterer Fläche auszubreiten.

So sehr ich nun auch mit GÖTTE darin übereinstimme, dass die Bildung der Keimblätter vom Randwulst ausgeht, so wenig kann ich mich mit ihm vereinigen, wenn er angiebt, dass die secundäre Keimschicht (das primäre Entoderm) nicht durch eine Abspaltung von der schon ursprünglich darüberliegenden Zellenmasse entsteht, sondern aus dem äussersten Rande der primären Keimschicht hervorwachse, um sich weiterhin an derer unteren Fläche auszubreiten. Wäre dies wirklich der Fall, dann müsste sich dies doch wenigstens recht deutlich an den ganz pelluciden Eiern von Fierasfer, Julis und Scorpaena nachweisen lassen. Ich konnte mich hiervon, trotz wiederholter Untersuchung, niemals überzeugen und auch die Querschnitte an Forellenkeimen zeigten den Process in der oben beschriebenen Weise.

OELLACHER's § ausführliche Mittheilungen über die Keimblätter bei den Knochenfischen lassen sich nicht leicht in kurzen Wörtern wiedergeben. Nur sei hier erwähnt, dass er vier Keimblätter unterscheidet, die alle aus dem Archiblast

---

* GÖTTE, Zur Entwickelungsgeschichte der Wirbelthiere. Vorläufige Mittheilung; in: *Centralblatt für die med. Wissenschaften.* 7. Jahrg. 1869. N⁰. 26. p. 404—406.

† GÖTTE, Beiträge zur Entwickelungsgeschichte der Wirbelthiere; in: *Archiv. für mikrosk. Anatomie.* Bd. IX. p. 679. 1873.

§ J. OELLACHER, Beiträge zur Entwickelung der Knochenfische nach Beobachtungen am Bachforellenei; in: *Zeitschr. für Wiss. Zoologie.* Bd. XXXIII. p. 1. 1873.

entstehen. Diese vier Keimblätter sind das Hornblatt, die oberflächlichste Schicht palissadenartiger Zellen, welche sich schon während der Furchung von den übrigen Keimzellen differenzirt, das Sinnesblatt, das mittlere Blatt und das Darmdrüsenblatt, letzteres ist nach ihm ein- bis zweischichtig und tritt erst während der eigentlichen Embryonalentwickelung, als eigenes Blatt, deutlicher hervor. Das Sinnesblatt und das mittlere Blatt sind mehrschichtig. Die freien Kerne des Parablast sind nach ihm Keimzellen, die auf dem Boden der Keimhöhle gefallen sind und sich in die oberflächlichsten Schichten des Dotters eingegraben haben. Nach den Beobachtungen von KOWALESVKY * besteht der Randwulst (Keimwall KOWALESVKY) aus zwei Blättern — einem oberen und einem unteren — welche an den Rändern in einander übergehen. Aus dem obern entwickelt sich nach ihm Haut und Nervensystem, es entspricht also dem Ektoderm, aus dem unteren Darmdrüsenblatt und mittleres Blatt. KOWALEVSKY stimmt also darin mit OELLACHER und GÖTTE überein, dass er ebenfalls alle Keimblätter von dem Keime — dem Archiblast — ableitet und der Parablast daran sich nicht betheiligen lässt.

OWSJANNIKOW † lässt die freien Kerne, welche nach ihm in dem Nahrungsdotter (Nebenkeim OWSJANNIKOW) selbst entstehen, an der Bildung der Embryonalanlage sich ebenfalls betheiligen. Welche Theile des Embryo einzig und allein aus den Zellen des Nebenkeimes gebildet werden und welche aus dem Hauptkeime, wird aber nicht angegeben.

Ueber die Keimblätter der Cyprinoiden sagt von VAN BAMBEKE §: „D'abord apparaissent deux feuillets blastodermiques primaires ou fondamentaux, les homologues des deux feuillets de la gastrule et présentant, dès l'origine, ce contraste morphologique qu'on observe, entre ces deux feuillets, chez la plupart des espèces animales. Ces feuillets sont: I. le feuillet primaire externe (feuillet animal de VON BAER — Exoderme ou Epiblaste: HUXLEY — Lamina dermalis: HAECKEL) et II. le feuillet primaire interne (feuillet végétatif de VON BAER — entoderme ou hypoblaste: HUXLEY — Lamina gastralis HAECKEL). De bonne heure on voit se différencier du feuillet primaire externe une couche cellulaire simple, la lamelle enveloppante (Deckschicht de GÖTTE). Le reste du feuillet

---

* A. KOWALEVSKY, Weitere Studien über die Entwickelung der einfachen Ascidien; in *Archiv. für mikrosk. Anatomie.* Bd. VII. p. 114. Amn. 1871.

† PH. OWSJANNIKOW, Ueber die ersten Vorgänge der Entwickelung in den Eiern des Coregonus lavaretus; in: *Bulletin de l'Acad. imp. de St. Pétersbourg.* T, XIX. p. 226. 1874.

§ C. VAN BAMBEKE, Recherches sur l'embryologie des poissons osseux; in: *Mémoires couronn. de l'Acad. royale de Belgique.* 1875.

*

primaire externe se partage, à son tour, en deux feuillets: le feuillet sensoriel et le mésoblaste ou mésoderme. Ce dernier donne naissance au deuxième et (?) au troisième feuillet blastodermique secondaire.

Le feuillet primaire interne correspond au quatrième feuillet blastodermique secondaire (feuillet muqueux de LEREBOULLET) et peut-être forme-t-il ou concourt-il à former la lamelle vasculaire de VON BAER, c'est-à-dire le troisième feuillet blastodermique secondaire. Le feuillet primaire interne, mit andern Wörtern das Entoderm, lässt von VAN BAMBEKE aus den freien Kernen des Parablast (couche intermédiaire) seinen Ursprung nehmen.

HAECKEL * leitet wieder alle Keimblätter bei den Knochenfischen von den Zellen des Archiblast ab. Ueber die Bildung der Keimblätter theilt er folgendes mit. Nachdem die Umwachsung angefangen und die Furchungshöhle sich gebildet hat, folgt nach ihm der höchstwichtige und interessante Vorgang, den er als Einstülpung der Blastula auffast und der zur Bildung der Gastrula führt. Es schlägt sich nämlich der verdickte Saum der Keimscheibe, der Randwulst, oder das Properistom, nach innen um und eine dünne Zellenschicht wächst als directe Fortsetzung desselben, wie ein immer enger werdendes Diaphragma, in die Keimhöhle hinein. Diese Zellenschicht ist nach ihm das entstehende Entoderm. Die Zellen, welche dieselbe zusammensetzen und aus dem inneren Theile des Randwulstes hervorwachsen, sind viel grösser aber flächer als die Zellen der Keimhöhlendecke und zeigen ein dunkleres, grobkörniges Protoplasma. Auf dem Boden der Keimhöhle, d. h. also auf der Eiweisskugel des Nahrungsdotters, liegen sie unmittelbar auf und rücken hier durch centripetale Wanderung gegen dessen Mitte vor, bis sie dieselbe zuletzt erreichen und nunmehr eine zusammenhängende einschichtige Zellenlage auf dem ganzen Keimhöhlenboden bilden. Diese ist die erste vollständige Anlage des Darmblattes, Entoderms oder Hypoblasts und von nun an kann man, im Gegensatz dazu den gesammten übrigen Theil des Blastoderms, nämlich die mehrschichtige Wand der Keimhöhlendecke als Hautblatt, Exoderm oder Epiblast bezeichnen. Der verdickte Randwulst, in welchem beide primäre Keimblätter in einander übergehen, besteht in seinem obern und äussern Theile aus Exodermzellen, in seinem untern und innern Theile aus Entodermzellen."

Ich brauche es aber wohl nicht zu wiederhohlen, dass ich mich mit diesen Angaben HAECKEL's nicht vereinigen kann. Weder an den intacten ganz, pel-

---

* E. HAECKEL, Die Gastrula und die Eifurchung der Thiere; in: *Jenaische Zeitschr.* Bd. IX. p. 402. 1875.

luciden Eiern des Mittelmeers, noch an Querschnitten durch Forelleneier liess sich je etwas beobachten, was auch nur mit einem Umschlage des Randwulstes zu vergleichen wäre.

Nach van Beneden * rühren die Keimblätter zum Theil vom Archiblast, zum Theil von den freien Kernen des Parablast her, oder wie er es ausdrückt: „de la couche intermédiaire, qui revêt le globe deutoplasmique et qui ne prend aucune part à la segmentation." Nach ihm lässen sich folgende Schichten unterscheiden:

1. Une lamelle enveloppante (d. h. die Deckschicht).
2. Un feuillet ectodermique, derivé du blastodisque et destiné à se subdiviser ultérieurement en un feuillet sensoriel et un feuillet moyen externe.
3. Un feuillet moyen interne d'origine endodermique et destiné à fournir les éléments du sang, les vaisseaux et les tissus conjunctifs.
4. Un feuillet endodermique destiné à fournir ultérieurement des cellules au feuillet moyen interne et à donner naissance à l'épithelium du tube digestif.

Die beiden ersteren wurden dann von den Zellen des Archiblast, die beiden letzteren von den freien Kernen des Parablast abstammen.

In seinen Untersuchungen über die Entwickelungsgeschichte des Herings im Eie giebt Kupffer † an, dass nachdem der Randwulst entstanden ist, innerhalb desselben eine Spaltung auftritt, wodurch die Zellenmasse des Wulstes sich in zwei übereinander gelagerte Schichten theilt. Dieselben entsprechen das künftige Ektodern und Mesoderm, und verdanken ihren Ursprung also dem Archiblast. Das Entoderm dagegen kommt nach ihm aus den freien Kernen (Zellen: Kupffer) des Parablast. Dass ich mich Kupffer nicht anschliessen kann, braucht nach Alles, was ich schon früher darüber mitgetheilt habe, nicht weiter erörtert zu werden.

Auch in einer spätern Mittheilung hält Kupffer § an der Meinung fest, dass das Epithel des Darmes von einer Zellenlage stammt, deren Elemente ausserhalb des in Furchung begriffenen Keimes im Rindenprotoplasma des Dotters nach dem Typus freier Zellenbildung entstehn und nachträchlich bei der Ausbreitung des Keimes zum Blastoderm von letzteren überlagert werden.

---

* E. van Beneden, Contributions à l'histoire du développement embryonnaire des Téléostiens; in: *Bullet. de l'Acad. royale de Belgique.* 46 Année. 2me Série. T. 44. p. 703. 1877.

† Kupffer, l. c.

§ C. Kupffer, Die Entstehung der Allantois und die Gastrula der Wirbelthiere; in: *Zool. Anzeiger.* IIte Jahrg. 1879. p. 597.

Ueber das Mesoderm giebt HIS * an, dass beim Lachskeim ein Theil von der Anlage des mittleren Keimblattes von der Schicht abstammt, welche während des Stadium B (Durchmesser der Keimscheibe 2.2 mm.) als Ektoderm sich abgegrenzt hatte.

Der letzte Autor, den ich sich zu erwähnen habe, ist HENNEGUY †. Das Resultat seiner Untersuchungen stimmt vollständig mit dem von GÖTTE uberein, dass nämlich der Randwulst sich nach innen umschlägt, und so die beiden primären Keimblätter entstehen. Die Untersuchungen wurden an den Eiern der Forelle und des Barsches angestellt. Das nach innen umschlagen (reflection of the margins of the blastoderm) des Randwulstes, erklärt HENNEGUY nicht allein auf Querschnitten von Forelleneiern, sondern auch an den frischen, intacten Eiern des Barsches gesehen zu haben. Die Eier der letztgenannten Fischart hatte ich keine Gelegenheit zu untersuchen, ich kann aber nur wiederhohlen, dass ich an den ganz pelluciden und kleinen Eiern des Mittelmeers, niemals etwas gesehen habe, was als ein Umschlagen des Randwulstes zu bezeichnen wäre.

Schon früher habe ich es erwähnt und will es noch einmal hervorheben, dass die freien Kerne des Parablast sich so scharf von den Zellen des Archiblast unterscheiden, dass eine Verwechselung zwischen beiden nicht gut möglich ist. Diese freien Kerne, welche besonders auf feinen Querschnitten durch Forelleneier so prachtvoll sich nachweisen lassen, begegnet man bei allen untersuchten Knochenfischen noch in dem Stadium, in welchem der Darm sich schon gebildet hat und eine Umbildung dieser freien Kerne in Zellen habe ich bis zu diesem Stadium (weiter reichen meine Untersuchungen noch nicht) nie beobachten können.

Was der Ursprung der Keimblätter betrifft, so stimme ich mit OELLACHER und GÖTTE vollständig darin überein, dass sie nur von dem abgefurchten Keim, dem Archiblast stammen, während an ihrer Bildung der Parablast, der Nahrungsdotter sich nicht betheiligt, dagegen muss ich in der Bildung der Keim-

---

* W. HIS, Untersuchungen über die Bildung des Knochenfischembryo (Salmen) II; in: *Archiv für Anatomie und Entwickelungsgeschichte.* Bd. I. p. 180. 1878.

† HENNEGUY, On some facts in regard to the first Phenomena of the Development of the Osseous fishes; in: *Ann. of Nat. Hist.* (5) Vol. (6) Nov. p. 482—484. 1880. Auszug aus: *Bullet. Soc. Phil. de Paris* 1880. (NB. die »Bull.” standen mir nicht zu Verfügung.

blätter selbst, wie wir gesehen haben, nicht unbedeutend von ihnen abweichen, indem ich dieselben bei den Knochenfischen nur durch Abspaltung entstehen lassen kann.

Ich habe schon beim Heringsei erwähnt, dass der verdünnte Theil, d. h. der nicht embryonale Theil des Randwulstes, nur aus wenigen Schichten von Zellen besteht. Bei der Forelle konnte ich an feinen Querschnitten durch denselben am Ektoderm nur zwei Schichten unterscheiden, zu äusserst die aus abgeplatteten Zellen bestehende Deckschicht und eine darunter gelegene, mehr aus polygonalen Zellen zusammengesetzte Schicht — die Grundschicht — wie sie von GÖTTE bezeichnet ist. Eine äusserst feine, dennoch sehr deutliche Spalte grenzte das Ektoderm von dem darunter gelegenen Mesoderm ab, welches drei bis vier Zellenschichten dick war. Die unterste dieser Schichten, welche unmittelbar dem Parablast aufliegt, und die also dem Entoderm entspricht, ist so wenig scharf begrenzt, und ihre Zellen stimmen in ihrem Bau noch so sehr mit den darüber gelegenen überein, dass man kaum sagen kann, dass das primäre Entoderm sich hier ebenfalls in Mesoderm und secundärem Entoderm gespalten hat.

Die Dottersackhaut besteht nur aus zwei Zellenschichten, die beide dem Ektoderm zugehören und zwar aus der Deckschicht, mit der darunter gelegenen Lage, der Grundschicht (Taf. VII, Fig. 2).

OSCAR und RICHARD HERTWIG * haben in der jüngsten Zeit eine höchst interessante Abhandlung über die Mesodermbildung sowohl bei Wirbelthieren, wie bei Wirbellosen publicirt. Die schon von BALFOUR † aufgestellte Hypothese, dass bei den Wirbelthieren (Selachii) das Mesoderm sich paarig anlegt, als paarige Ausstülpungen des Urdarms, dass somit die Leibeshöhle daher in ähnlicher Weise wie bei dem Amphioxus und den Chaetognathen ein Enterocoel sei, ist durch die beiden ebengenannten Autoren ausführlicher auseinander gesetzt. Sie haben ihre Untersuchungen auf mehreren Objecten ausgedehnt, unter welchen die Amphibien die beweisendsten Resultate geliefert haben.

Dass die Knochenfische für diese Untersuchungen ein sehr ungeeignetes und undankbares Object sind, liess sich a priori erwarten, denn bekanntlich weicht

---

* OSCAR HERTWIG und R. HERTWIG, Die Coelomtheorie. Versuch einer Erklärung des mittleren Keimblattes; in: *Jenaische Zeitschrift für Naturw.* Bd. XV. p. 1. 1881.

† BALFOUR, A Monograph of the Development of Elasmobranch fishes. 1878.

die Entwickelungsgeschichte dieser Wirbelthiere in mancher Beziehung ganz von der der anderen ab, ich brauche hier einfach an der Bildung des Nervensystems zu erinnern, welches sich hier, in seiner ganzen Länge, in Gegensatz zu allen anderen Wirbelthieren, solide anlegt. Ich kann denn auch bei den Knochenfischen die Bildung des Mesoderms nur als ein Abspaltungsproduct des primären Entoderms betrachten. Es lässen sich aber zwei Sachen zu Gunsten der Balfour-Hertwig'schen Theorie hervorheben: 1) dass die Bildung des Mesoderms von dem Theil, welchen man als den „Gastralmund" bezeichen kann, ausgeht; 2) dass in dem Stadium, in welchem die Chorda sich anzulegen anfängt, in der Axe kein Mesoderm vorhanden ist, sondern dass dasselbe hier als zwei in der Mittellinie getrennte Zellenmassen sich zeigt. Denkt man sich das Abweichende in der Anlage des Nervensystems weg, dann stimmen die Bilder, welche man aus diesem Stadium auf Querschnitten erhält (siehe im nächsten Capitel) bei Petromyzonten, Knochenfischen, Knorpelfischen und Amphibien (Tritonen) völlig mit einander überein.

Bekanntlich was es Lereboullet * der zuerst am Teleostiereie nachwies, dass die Embryonalanlage aus dem Randwulst hervorgeht und in der Richtung eines Meridians des Eies sich verlängert.

Kupffer † hat in seiner schönen Abhandlung über die Entwickelung der Knochenfische, den Gang und Zusammenhang der Erscheinungen folgenderweise dargestellt. „Die Ausbreitung des gefurchten Keimes über die Dotteroberfläche erfolgt gleichmässig centrifugal, der Keimpol bleibt Mittelpunkt der kappenförmigen Keimhaut. Während dieses Vorganges, also während der Bildung der Keimhaut aus dem Keim, tritt eine Sonderung zwischen Mitte und Rand der Keimhaut in doppeltem Sinne auf, einmal nach der Vertheilung der Zellenmasse und dann nach der Gestaltung der Zellen in beiden Regionen. Die Mitte verdünnt sich und der Rand verdickt sich ringsum gleichmässig, es vollzieht sich die Scheidung von Mittelfeld und Randwulst. Gleichzeitig differenziren sich die Zellen in beiden Regionen. Die der ersten flachen sich ab, werden durchsichtig und fügen sich nach Art eines Pflasterepithels in polygonalen Umgrenzungen an einander, die Zellen des Randes bleiben rund, gegen einander beweglich, haben geringern Durchmesser als die erstern und zeigen stetig fortschreitende Vermehrung durch Theilung.

Nachdem der Randwulst gebildet ist, ändert sich der Hergang, bisher fand die Bewegung der Zellenmasse vom Keimpol aus allseitig in der Richtung der

---

* Lereboullet, l. c.

† Kupffer, l. c.

Meridiane statt, in der zweiten Phase erfolgt nun Bewegung der Zellen im Randwulste von einer Hälfte desselben zur andern hin in aequatorialer (dem Aequator paralleler) Richtung. In Folge dessen wird der Randwulst auf einer Seite absolut dünner, als er vorher war, auf der andern nimmt seine Dicke zu.

Die so entstandene einseitige Verdickung des Randwulstes giebt die erste Anlage des Embryo, welche nun vom Wulst aus gegen den Keimpol in der Form einer gewölbten Platte verwächst, die als Embryonalschild bezeichnet wurde. Dabei geht die Umwachsung des Dotters durch die Keimhaut weiter, indem der freie Rand sich seiner ursprünglichen Stellung parallel vorschiebt. Die Bildung der Embryonalanlage vollzieht sich aber je nach dem Eie in ganz verschiedenen Momenten der Umwachsung, bei den Gasterostei bevor der Randwulst den Aequator des Eies erreicht hat, bei Gobius ganz am Schlusse der Umwachsung, derart, dass hier die Embryonalanlage an der vom Keimpol abgewandten Eihälfte auftritt." Ich muss mich hierin, wie wir gesehen haben, im allgemeinen KUPFFER vollständig anschliessen und kann in keiner Weise den Angaben OELLACHER's * beistimmen, wenn er sagt, dass bei der Forelle bei der Umwachsung des Dotters durch die Keimhaut der Rand derselben nicht allseitig vorrücke, sondern jene von Anbeginn an dickere Partie ihren Platz auf der Oberfläche nicht ändere, aber fixirt bleibe und dass die Umwachsung nur durch ein Vorschreiten der dünnern Hälfte des Keimes rings um den Dotter herum erfolge, derart, dass der Schluss der Umwachsung an jener Stelle sich vollziehe, die die Verdickung von Anbeginn an inne gehalten hat. OELLACHER's richtige Angabe, dass beim Forelleneie der sich ausbreitende Archiblast von Anfang an schon ungleich dick ist, wurde schon von GÖTTE bestätigt. VAN BAMBEKE † stimmt mit OELLACHER darin überein, dass bei den Cyprinoiden der Randwulst (bourrelet blastodermique VAN BAMBEKE) „a en un endroit — celui où se forme l'embryon — dès l'origine, plus d'épaisseur." Dagegen giebt er ausdrücklich an, dass er OELLACHER's Angaben nicht bestätigen kann, dass jene von Anbeginn an dickere Partie ihren Platz auf der Oberfläche nicht ändere, und fixirt bleibe, sondern er stimmt hierin mit KUPFFER überein, dass die Umwachsung des Dotters durch die Keimhaut allseitiggleichmässig weiter geht.

HIS § kann sich OELLACHER's Auffassung ebenfalls nicht vollständig anschliessen, denn, sagt er: „Will man die verschiedenen Entwickelungsstadien während

* OELLACHER, l. c.

† VAN BAMBEKE, l. c.

§ W. HIS, Untersuchungen über die Entwickelung von Knochenfischen, besonders über diejenigen des Salmens; in: *Zeitschrift für Anatomie und Entwickelungsgeschichte*. Bd. I. p. 1. 1876.

der Umwachsungsperiode auf einander projiciren, so hat man vom Kopfende als unbeweglichem Stücke auszugehen. Es ergiebt sich, dass der vor dem Kopfe liegende Theil des Keimhautrandes allerdings einen viel grösseren Weg zurücklegt, als der hintere Rand, allein der letztere darf nicht, wie OELLACHER will, als feststehend angenommen werden." Und weiter heisst es. „Nach vollendeter Umwachsung des Eies durch die Keimhaut umschliesst der Lachsembryo etwas mehr als ein Viertel des Eiumfanges." Daraus folgt dann von selbst, dass nach HIS beim Lachs der freie Rand der Keimhaut sich seiner ursprünglichen Stellung nicht parallel vorschiebt, sonst müsste der Embryo nach vollendeter Umwachsung des Eies durch die Keimhaut nicht etwas mehr als ein Viertel des Eiumfanges sondern 180° umschliessen. Lachseier konnte ich nicht untersuchen, wohl dagegen die der Forelle, und hier umschliesst der Embryo, nach beendeter Umwachsung, denn auch wirklich 180°.

Dass die Masse, aus welcher die Rumpfanlage hervorgeht, im Randwulst aufgespeichert ist, dass der Rumpf des Knochenfischembryo, aus zwei ursprünglich getrennten Hälften durch Aneinanderlegen derselben sich bildet, und dass das Kopf- und das äusserste Schwanz-Eende keiner Verwachsung bedürfen, da ihre Seitenhälften von Anfang an verbunden sind, ist eine Theorie, in welcher ich HIS für die Knochenfische ebenso wenig als für die Knorpelfische * beistimmen kann.

Aus Volumbestimmungen der Keimscheibe und ihrer einzelnen Abschnitte ist HIS † zu dem Resultate gekommen, dass „während der ganzen Formungsperiode, d. h. vom Schluss der Furchungszeit bis zur vollendeten Aufreihung des Embryo das Volum des Keimes dasselbe bleibt. Die Bildung des Embryo aus dem Keim beruht nach ihm in der Umlagerung eines Materiales, welches zum Beginn der Formungsperiode in Gestalt eines flachen Klumpens vollständig beisammen war." Als das Endglied der Formungsperiode ist nach HIS die Stufe der Keimentwickelung anzusehen, bei welcher der Dotter in Schliessung begriffen ist. Der Embryo umspannt in diesem Stadium, wie wir gesehen haben, nach HIS etwas mehr als 90°. Ich fand aber wie gesagt, dass am Schliessungsact der Embryo immer 180° mass.

In diesem Stadium nun d. i. in dem, in welchem der Parablast vollständig umwachsen ist, hat sich die Chorda zum grössten Theil schon aus dem Entoderm (durch Proliferation von dessen Zellen) entwickelt, haben sich die Kiemenfalten schon angelegt, die Augenblasen gebildet u. s. w. Alle diese Organenan-

* C. K. HOFFMANN, l. c.

† HIS, *Zeitschrift für Anat. und Entw.* Bd. I.

lagen sind natürlich nur durch stätig fortgesetzte Theilung der ursprünglich vorhandenen Keimzellen entstanden. Es ist mir nicht recht deutlich, wie alle diese Anlagen vor sich gehen können und gleichzeitig das Volum des Keimes vom Schluss der Furchungszeit bis zum Endstadium der Umwachsung dasselbe bleiben kann.

VII. Die Leistungen der Keimblätter.

Im vorigen Kapitel haben wir gesehen, wie die einseitige Verdickung die erste Anlage des Embryo darstellt und wie sich bei den Knochenfischen die Bildung der Embryonalanlage in ganz verschiedenen Momenten der Umwachsung vollzieht. Kupffer * hat die einseitige Verdickung mit dem vorzüglich gewählten Namen des Embryonalschildes bezeichnet (Bandelette embryonaire von Lereboullet), ein Name der auch von fast allen spätern Autoren adoptirt ist. Innerhalb des Embryonalschildes schreitet die Concentration weiter gegen den Meridian fort, der die Axe des Schildes bildet.

Bei dieser Concentration in der Richtung des Meridianes treten nun höchst interessante Lagerungsveränderungen von den Zellen des Mesoderms auf.

Während anfangs die drei Keimblätter über einander geschichtet liegen, rücken die Zellen des oberen Keimblattes immer mehr in der Richtung der Axe auf einander, bilden so allmählich den von Kupffer zuerst beschriebenen Kiel (auf welchen ich bei dem oberen Keimblatte ausführlicher zurückkommen werde) und drängen gleichzeitig die Mesodermzellen mehr und mehr beiderseits der Axe entlang, bis schliesslich unterhalb des keilförmig gestalteten Ektoderms, — welches die Anlage des Nervensystemes bildet, — keim Mesoderm sich mehr findet, und hier also in der Axe das Ektoderm unmittelbar das Entoderm berührt (vergl. Taf. VII, Fig. 3). Das Mesoderm liegt dann jederseits der Axe als eine bilateral symmetrische Zellenschicht und in der Axe selbst ist kein Mesoderm mehr vorhanden.

Ich werde nun zuerst

die Leistungen des unteren Keimblattes

besprechen und fange an mit der

---

* Kupffer, l. c. *Archiv f. mikrosk. Anat.* Bd IV.

Entwickelungsgeschichte der Chorda dorsalis.

Die Chorda dorsalis entwickelt sich bei den Knochenfischen, wie bei den Knorpelfischen aus dem Entoderm. Dabei treten dieselben Verhältnisse auf, wie ich sie bei den Knorpelfischen angegeben habe *, dass nämlich die Entwickelung der Chorda dorsalis nicht von vorn nach hinten, sondern von hinten nach vorn fortschreitet, mit dem Unterschiede jedoch, dass, während bei den Knorpelfischen die Chorda ganz am hintersten Theile des Embryo sich von dem Entoderm abzuschnüren anfängt, bei den Knochenfischen dagegen die Abschnürung mehr in dem hinteren Theil der mittleren Partie des Embryo zuerst auftritt, indem die Differenzirung der Keimblätter bei den Knochenfischen im hintersten Theile des Embryo erst sehr spät zu Stande kommt.

Taf. VII, Fig. 4—8 sind vier Querschnitte aus einer Serie (von hinten nach vorn genommen) eines Forellenembryo. In dem hintersten Querschnitt (Fig. 4) hat die Chorda sich schon vollständig vom Entoderm abgeschnürt; in dem (nach vorne zu) darauf folgenden, ist die Chorda zwar wohl schon recht deutlich zu sehen, sie hängt aber noch continuirlich mit dem Entoderm zusammen (Fig. 5). Kommt man noch mehr nach vorn (Fig. 6), so bemerkt man eine geringe flache Proliferation des Entoderms unterhalb der Anlage des Nervensystems, es ist dies die erste Anlage der Chorda; in einem noch mehr nach vorn genommenen Schnitte (Fig. 7) ist von einer Chorda noch nichts zu sehen. Entoderm und Ektoderm liegen hier unmittelbar an einander. Der letzterwähnte Schnitt liegt noch eine Strecke weit hinter der Anlage des Gehörorganes. Jederseits der Axe bemerkt man, dass die Zellen des Entoderms in diesem Schnitte statt einer länglich ovalen eine hohe, cylinderförmige Gestalt angenommen haben, es ist dies die erste Anlage der Kiemenfalte.

Taf. VII. Fig. 8 endlich ist ein Längsschnitt gerade durch die Axe eines Forellenembryo, aus einem etwas späteren Entwickelungsstadium. Nach hinten ist die Chorda scharf und deutlich von dem Entoderm abgesetzt, verfolgt man sie aber nach vorn zu, so verschmelzen die Chordazellen, allmählich mehr und mehr mit den Entodermzellen und unterscheiden sich immer weniger deutlich von diesen, um schliesslich vollständig zn verschwinden. Demnach ergiebt sich also wohl unzweifelhaft, dass auch bei den Knochenfischen die Chorda aus dem Entoderm ihren Ursprung nimmt und ihre Abschnürung von dem Entoderm von hinten nach vorn fortschreitet.

---

* C. K. Hoffmann, l. c.

In seiner Entwickelungsgeschichte der Unke giebt GÖTTE an, dass die Chorda bei der Forelle wie bei den Amphibien in dem mittleren Keimblatte entsteht. OELLACHER lässt an der Bildung der Chorda sowohl das Ektoderm als das Mesoderm sich betheiligen. Nach ihm gliedert sich nämlich die Embryonalanlage im Bereiche des mittleren und des Sinnes-Blattes in einen Axenstrang und die hierzu gegensätzlichen Seitentheile der beiden genannten Blätter, die er im mittleren Keimblatte Seitenplatten nennt. Der Axenstrang nun trennt sich nach ihm in Medullarstrang und Chorda dorsalis. RADWANER * sagt, dass eine Reihe von Querschnitten von Forellenembryonen es ihm wahrscheinlich macht, dass die Chorda ein Gebilde des äusseren Keimblattes sei.

Nachdem BALFOUR † zuerst nachgewiesen hat, dass die Chorda bei den Knorpelfischen aus dem Entoderm entstehe, theilte CALBERLA § mit, dass Aehnliches auch bei den Petromyzonten und ebenfalls bei den Knochenfischen (Lachs und Bachforelle) stattfinde.

GÖTTE ** dagegen giebt bestimmt an, dass bei der Bachforelle die Chorda nicht aus dem Entoderm, sondern aus dem Mesoderm stamme, wie aus seinen neueren Untersuchungen hervorgeht. Er sagt „auch hier muss ich meine früheren Angaben aufrecht erhalten, wie ein Blick auf die beigefügten Abbildungen ergiebt, zuerst sondert sich ein kontinuirliches mittleres Keimblatt vom Darmblatt ab, und erst darauf entsteht in jenem die Wirbelsaite. Allerdings zeigen die Durchschnitte, dass die Trennung des Darmblattes vom Axenstrange, der spätern Chordaanlage, anfangs keine durchgehend vollständige ist; aber sie fehlt eben nicht ganz, sondern erscheint nur unterbrochen, so wie es auch gleichzeitig an einzelnen Stellen zwischen den Seitentheilen beider Keimblätter der Fall ist. Immerhin muss ich auf Grund zahlreicher Vergleichungen annehmen, dass die Ablösung des Axenstranges vom Darmblatte etwas träger erfolgt als an den Seitentheilen, und dass selbst die seitlich eben abgesonderte Chordaanlage unten nicht so glatt und rein wie die Segmentplatten vom Darmblatte getrennt ist. Dagegen habe ich niemals gefunden, dass der Axenstrang oder gar die seitlich

* J. RADWANER, Ueber die erste Anlage der Chorda dorsalis; in: *Wiener Sitzber.* Bd. LXXIII. 3 Abth. p. 159. 1876.

† F. M. BALFOUR, A Monograph of the development of Elasmobranch fishes. 1878.

§ E. CALBERLA, Zur Entwickelung des Medullarrohres und der Chorda dorsalis der Teleosteer und der Petromyzonten; in: *Morphol. Jahrb.* Bd. III. p. 226. 1877.

** A. GÖTTE, Beiträge zur Entwickelungsgeschichte der Wirbelthiere. V. Ueber die Entwickelung der Wirbelsaite bei Teleosteern und Amphibien; in: *Archiv f. mikrosk. Anatomie.* Bd. XV. p. 180.

schon abgesonderte Chordaanlage nach unten mit dem Darmblatte zusammenhing; noch weniger dass diese Anlage unmittelbar bis an die Darmhöhle reiche und nur seitlich in das Darmblatt übergehe, welches also in zwei Seitenhälften angelegt, erst secundär unter der Wirbelsaite zu einem Blatte zusammenflösse."

Ich muss hierin aber bestimmt von GÖTTE abweichen, denn in dem Stadium, in welchem sich der Kiel zu bilden anfängt und die Anlage des Nervensystems als ein keilförmiger Strang sich zeigt, bildet das Mesoderm nicht mehr ein continuirliches Blatt, sondern liegt symmetrisch neben der Axe als zwei gesonderte Zellenhaufen, die nicht mehr mit einander zusammenhängen, während in der Axe selbst das Mesoderm, wie wir gesehen haben, vollständig fehlt.

Dass die Chorda dorsalis nicht aus dem mittleren, sondern aus dem unteren Blatt ihren Ursprung nimmt, hat sich in der letzten Zeit mehr und mehr bestätigt. Zuerst bei Amphioxus durch KOWALEVSKY * nachgewiesen, erschien bald darauf die höchst interessante Monographie von BALFOUR † über die Entwickelung der Knorpelfische, in welcher eine ähnliche Abstammung der Chorda aus dem Entoderm zweifellos festgestellt wurde. CALBERLA § zeigte dann, dass die Amphibien (Rana, Bombinator), die Knochenfische (Lachs und Forelle), und die Petromyzonten ganz ähnlich sich verhalten, und dass auch hier die Chorda dem Entoderm entstammt. Für die Urodelen wurde dies bestätigt von SCOTT und OSBORN **, für die Reptilien von BALFOUR ††, für die Säugethiere von HENSEN §§, und neuerdings wieder durch SCOTT *** für die Petromyzonten, endlich schliesslich auch durch GERLACH ††† für die Vögel. Ich

---

* KOWALEVSKY, Weitere Studien über die Entwickelungsgeschichte des Amphioxus lanceolatus; in: *Archiv f. mikrosk. Anatomie.* Bd. XIII. 1877.

† BALFOUR l. c.

§ CALBERLA, l. c.

** SCOTT and OSBORN, On some points in the Development of the Common Newt; in: *Quart. Journal Mikrosc. Science.* 1879.

†† BALFOUR, Early Development of the Lacertilia; in: *Quart. Journal of Microsc. Science.* 1879.

§§ HENSEN, Beobachtungen über die Befruchtung und Entwickelung des Kaninchens und Meerschweinchens; Fortsetz. in: *Zeitschrift für Anatomie und Entwickelungsgeschichte.* Bd. I. p. 316. 1876.

*** SCOTT, Beiträge zur Entwickelungsgeschichte der Petromyzonten; in: *Morphol. Jahrb.* Bd. VII. p. 101. 1881.

††† L. GERLACH, Ueber die entodermale Entstehung der Chorda dorsalis; in: *Biol. Centralblatt.* N°. 1. 1881. p. 21.

muss aber hervorheben, dass BRAUN * in seiner Abhandlung über die Entwickelung des Wellenpapagei's die Chorda wieder nicht aus dem Entoderm, sondern aus dem Mesoderm sich entwickeln lässt, und dass auch KÖLLIKER † beim Kaninchen angiebt, dass die Chorda dem Mesoderm entstamme, indessen fügt er hinzu „.... doch muss zugegeben werden, dass ihr erstes Auftreten hier sehr eigenartig ist, und dass ihre grosse Breite bei geringer Dicke und die geringe Entwicklung, oder besser gesagt Verdünnung des Entoderma unter ihr zu dem Anscheine Veranlassung geben kann, als ob dieselbe ein Theil des Entoderma sei und aus demselben hervorgehe."

Wenn also für die höheren Wirbelthiere noch Zweifel besteht, ob die Chorda dorsalis hier auch wirklich aus dem Entoderm stamme, so glaube ich, dass bei den niedren Wirbelthieren daran wohl nicht gezweifelt werden kann.

Ich habe früher schon auf die grosse phylogenetische Bedeutung hingewiesen, dass die Chorda bei den Knorpelfischen, und wie wir jetzt gesehen haben, auch bei den Knochenfischen in ihrer Entwickelung von hinten nach vorn fortschreitet. Hier will ich nur noch in Erinnerung bringen, dass nach den schönen Untersuchungen von KOWALEVSKY § und KUPFFER ** Aehnliches auch bei den T u n i c a t e n stattfindet.

Ueber die weiteren Leistungen der Keimblätter hoffe ich demnächst zu berichten.

---

* Die Entwickelung des Wellenpapagei's (Melopsittacus undulatus Sh.); in: *Arbeiten aus dem zool. zoot. Institut in Würzburg.* Bd. V. 1881.

† A. KÖLLIKER, Entwickelungsgeschichte des Menschen und der höheren Thiere. 1879. p. 278.

§ KOWALEVSKY, Weitere Studien über die Entwickelung der einfachen Ascidien; in: *Archiv für mikrosk. Anatomie.* Bd. VII. p. 101. 1871.

** C. KUPFFER, Die Stammverwandtschaft zwischen Ascidien und Wirbelthieren. *Archiv f. mikrosk. Anatomie.* Bd. VI. 1870.

ERKLÄRUNG DER ABBILDUNGEN.

TAFEL I.

Fig. 1. Querschnitt durch das Keimepithel und einen Pflüger'schen Schlauch von Perca fluviatilis. Vergr. $\frac{420}{1}$.

Fig. 2. Ein ähnlicher Schnitt (der Pflüger'sche Schlauch enthält ein grösseres Primordialei). Vergr. $\frac{420}{1}$.

Fig. 3. Ein ähnlicher Schnitt (der Pflüger'sche Schlauch enthält ein noch grösseres Primordialei). Vergr. $\frac{260}{1}$.

f. Follikel-epithel.
t f. Theca folliculi.

Fig. 4. Querschnitt durch die Zona radiata eines Heringseies. Vergr. $\frac{650}{1}$.

a. Aeussere Schicht.
b. Aeusserer Theil } der inneren Schicht.
b'. Innerer Theil }

Fig. 5. Querschnitt durch die Zona radiata und das Follikelepithel eines Heringseies. Vergr. $\frac{575}{1}$.

a, *b*, *b*, wie in Fig. 4.
gr. Granulosa..

Fig. 6. Querschnitt durch die Zona radiata eines vollkommen reifen Heringseies, nachdem es vorher mit Seewasser in Berührung gewesen ist. Vergr. $\frac{575}{1}$.

a, *b*, *b'*, wie in Fig. 4.

Fig. 7. Querschnitt durch die Zona radiata und die Follikelwand eines Eies von Leuciscus rutilus. Vergr. $\frac{575}{1}$.

a. Theca folliculi.
b. Granulosa.
c. Zöttchenschicht.
d. Zona radiata.

Fig. 8. Zona radiata mit ihren Anhängen eines Eies von Heliasis chromis. Vergr. $\frac{300}{1}$.

Fig. 9. Querschnitt durch die Zona radiata und die Follikelwand eines Eies von Perca fluviatilis im Monat Oktober. Vergr. $\frac{500}{1}$.

a. Theca folliculi.
b. Granulosa.
c. Anhänge der Zona.
d. Zona radiata.

Fig. 10. Querschnitt durch die Zona radiata und die Follikelwand eines Eies von Perca fluviatilis im Monat Febr. Vergr. $\frac{650}{1}$.

a, *b*, *c*, wie Fig. 9; *d*, Aeusserer; *d'*, innerer Theil der Zona radiata.

Fig. 11, 12, 13. Granulosazellen von drei Eierstock-Eiern von Tinca vulgaris in verschiedenen Entwickelungsstadien. Vergr. $\frac{225}{1}$. Siehe S. 30.

Fig. 14. Granulosa-Epithel eines fast reifen Eies von Tinca vulgaris. Vergr. $\frac{320}{1}$.

Fig. 15. Granulosa-Epithel eines jungen Heringseies. Vergr. $\frac{225}{1}$.

Fig. 16. Granulosa-Epithel eines Eies von Scorpaena porcus, (nach Versilberung). Vergr. $\frac{360}{1}$.

Fig. 17. Granulosa-Epithel (in fettiger Degeneration) eines reifen Heringseies. Vergr. $\frac{620}{1}$.

Fig. 18. Querschnitt durch die Theca folliculi und die Zona radiata von Tinca vulgaris Vergr. $\frac{575}{1}$.

a, *b*, *d*, *d'*, wie Fig. 10.

Fig. 19. Querschnitt durch den Mikropylencanal des Heringseies. Vergr. $\frac{575}{1}$.

a. Aeussere } Schicht der Zona radiata.
b. Innere

Fig. 20. Querschnitt durch den Mikropylencanal eines Eies von Leuciscus rutilus. Vergr. $\frac{360}{1}$.

a. Theca folliculi.
b. Granulosa.
c. Zöttchenschicht.
d. Zona radiata.

Fig. 21. Querschnitt durch den Mikropylencanal eines Eies von Tinca vulgaris. Vergr. $\frac{575}{1}$.

Fig. 22. Querschnitt durch die Mikropyle von Crenilabrus griseus. Vergr. $\frac{420}{1}$.

Fig. 23. Querschnitt durch die Mikropyle von Heliasis chromis. Vergr. $\frac{420}{1}$.

Fig. 24. Dotterkugeln eines nicht geschlechtsreifen Heringseies. Vergr. $\frac{575}{1}$.

Fig. 25. Querschnitt durch einen Theil eines noch nicht geschlechtsreifen Heringseies mit dem in Auflösung begriffenen Kerne (nach Osmiumsäure-Behandlung). Vergr. $\frac{180}{1}$.

gr. Granulosa.
a. Aeussere Schicht der Zona.
b. Innere Schicht der Zona.

TAFEL II.

Fig. 1. Dotterkugel eines nicht geschlechtreifen Heringseies. Vergr. $\frac{650}{1}$. Siehe S. 38.

Fig. 2. Querschnitt durch ein geschlechtsreifes Heringsei. Vergr. $\frac{65}{1}$.

Fig. 3. Theil eines Querschnittes durch ein geschlechtsreifes Heringsei. Vergr. $\frac{225}{1}$.

a. Dotterkörner.
b. Dotterkugeln.

Fig. 4. Richtungsspindel von Scorpaena porcus. Vergr. $\frac{425}{1}$.

Fig. 5. Reifes Ei von Heliasis chromis. Vergr. $\frac{100}{1}$.

Fig. 6. Dotterkugeln von Leuciscus rutilus. Vergr. $\frac{575}{1}$.

Fig. 7. Querschnitt durch die Zona radiata, die Mikropyle und den in Auflösung begriffenen Kern von Leuciscus rutilus. Vergr. $\frac{135}{1}$.

Fig. 8. Spermatozoa von Scorpaena porcus sehr stark vergr.

Fig. 9. Kernspindel des Eies von Scorpaena porcus wenige Minuten nach der Befruchtung. Vergr. $\frac{425}{1}$.

Fig. 10. Kernspindel des Eies von Scorpaena porcus 25 Minuten nach der Befruchtung $\frac{425}{1}$.

Fig. 11. Mikropyle und das durch den Mikropylencanal austretende Richtungsbläschen von Scorpaena porcus ungefähr 30 Minuten nach der Befruchtung. Vergr. $\frac{425}{1}$.

Fig. 12, 13, 14. Theil des Keimes von Scorpaena porcus ungefähr 35, 40 und 60 Minuten nach der Befruchtung.

Fig. 12 und 13. Vergr. $\frac{425}{1}$.

Fig. 14. Vergr. $\frac{450}{1}$.

Fig. 15. Keim von Scorpaena porcus ungefähr anderthalb Stunde nach der Befruchtung. Vergr. $\frac{425}{1}$.

Fig. 16. Austretendes Richtungskörperchen von Scorpaena porcus. Vergr. $\frac{425}{1}$.

---

*

TAFEL III.

Fig. 1. Ei von Julis vulgaris ungefähr 45 Minuten nach der Befruchtung. Vergr. $\frac{100}{1}$.

Fig. 2. Keim, Mikropyle u. s. w. von Julis vulgaris 45 Minuten nach der Befruchtung. Vergr. $\frac{240}{1}$.

Fig. 3. Keim von Julis vulgaris etwa eine Stunde nach der Befruchtung. Vergr. $\frac{210}{1}$.

Fig. 4. Keim von Julis vulgaris ungefähr anderthalb Stunde nach der Befruchtung. Vergr. $\frac{210}{1}$.

Fig. 5. Keim u. s. w. von Crenilabrus pavo ungefähr 40 Minuten nach der Befruchtung. Vergr. $\frac{210}{1}$.

Fig. 6. Ein Theil des Keimes mit dem austretenden Richtungsbläschen von Heliasis chromis 25 Minuten nach der Befruchtung. Vergr. $\frac{240}{1}$.

Fig. 7. Kern eines jungen Eierstockeies von Leuciscus rutilus. Vergr. $\frac{360}{1}$.

Fig. 8. Mikropyle u. s. w. von Heliasis chromis. Vergr. $\frac{360}{1}$. Siehe S. 76.

Fig. 9 und 10. Eier von Gobius minutus. Vergr. $\frac{45}{1}$. Vergl. für die Beschreibung S. 78.

Fig. 11. Ei des Herings $2^1/_2$ Stunden nach der Befruchtung. Vergr. $\frac{65}{1}$.

Fig. 12. Keim von Scorpaena porcus, ungefähr $1^3/_4$ Stunden nach der Befruchtung. Vergr. $\frac{100}{1}$.

Fig. 13. Keim von Scorpaena porcus, etwas später nach der Befruchtung als Fig. 12. Vergr. $\frac{100}{1}$.

TAFEL IV.

Fig. 1. Keim von Scorpaena porcus, ungefähr 2 Stunden nach der Befruchtung. Vergr. $\frac{100}{1}$.

Fig. 2. Keim von Scorpaena porcus, zwei Stunden und fünf Minuten nach der Befruchtung. Vergr. $\frac{100}{1}$.

Fig. 3. Keim van Scorpaena porcus, etwa $2^1/_4$ Stunden nach der Befruchtung. Verg. $\frac{100}{1}$.

Fig. 4. Keim von Scorpaena porcus, Archiblast in 16 Furchungskugeln getheilt. Vergr. $\frac{100}{1}$.

Fig. 5. Archiblast und ein Theil des Parablast von Scorpaena porcus, $4^1/_2$ Stunden nach der Befruchtung. Vergr. $\frac{100}{1}$.

Fig. 6. Archiblast und ein Theil des Parablast van Scorpaena porcus, $6^1/_2$ Stunden nach der Befruchtung. Vergr. $\frac{100}{1}$.

Fig. 7. Keim von Julis vulgaris, etwa anderthalb Stunde nach der Befruchtung. Vergr. $\frac{100}{1}$.

Fig. 8. Das ganze Ei von Julis aus demselben Stadium. Verg. $\frac{100}{1}$.

Fig. 9. Ei von Julis aus einem späteren Stadium. Verg. $\frac{100}{1}$.

Fig. 10. Ei von Julis, ungefähr 3 Stunden nach der Befruchting. Vergr. $\frac{100}{1}$.

TAFEL V.

Fig. 1. Ei von Julis aus demselben Stadium aber in einer anderen Lage als Taf. IV Fig. 9. Vergr. $\frac{100}{1}$.

Fig. 2. Ei von Julis ungefähr 2 Stunden nach der Befruchting. Verg. $\frac{100}{1}$.

Fig. 3. Ei von Julis ungefähr $2^1/_2$ Stunden nach der Befruchtung Vergr. $\frac{100}{1}$.

Fig. 4. Ei von Julis etwas später als das vorhergehende Stadium. Verg. $\frac{100}{1}$.

Fig. 5. Ei von Julis etwas später als das Stadium von Taf. IV Fig. 10. Vergr. $\frac{100}{1}$.

Fig. 6. Ei von Julis etwa $3^1/_4$ Stunden nach der Befruchtung. Vergr. $\frac{100}{1}$.

Fig. 7. Ei von Julis 5—$5^1/_2$ Stunden nach den Befruchtung. Vergr. $\frac{100}{1}$,

---

TAFEL VI.

Fig. 1. Ei von Julis aus einem etwas spätern Stadium als Taf. V Fig. 6. Vergr. $\frac{100}{1}$.

Fig. 2. Querschnitt durch ein noch nicht geschlechtsreifes Heringsei. Vergr. $\frac{65}{1}$.

Fig. 3. Ei von Heliasis chromis ungefähr 5 Stunden nach der Befruchtung. Vergr. $\frac{110}{1}$.

Fig. 4. Querschitt durch ein Theil eines Heringseies 18 Stunden nach der Befruchtung. Vergr. $\frac{225}{1}$.

Fig. 5. Querschnitt durch ein abgefurchtes Heringsei (ungefähr 28 Stunden nach der Befruchtung). Vergt. $\frac{65}{1}$.

Fig. 6. Ei von Helias chromis ein und ein Viertel Stunde nach der Befruchtung. Vergr. $\frac{100}{1}$.

Fig. 7. Ein Theil eines Querschnittes des Heringseies abgebildet auf Taf. VI, Fig. 4. stärker vergrössert.

Fig. 8. Querschnitt durch den Randwulst eines Forellenembryo. Verg. $\frac{65}{1}$.

Fig. 9. Ein ähnlicher Schnitt, aus einem spätern Entwickelungsstadium. Verg. $\frac{90}{1}$.

Fig. 10. Ein ähnlicher Schnitt stärker vergrössert. $\frac{(160)}{1}$.

ekt. Ektoderm. *mes.* Mesoderm. *ent.* Entoderm.
fr. Freie Kerne des Parablast.

TAFEL VII.

Fig. 1. Querschnitt durch das Heringsei 38 Stunden nach der Befruchting $\frac{135}{1}$.

A. Archibald. *d.* Deckschicht.
P. Parablast.

Fig. 2. Querschnitt durch den Dottersackhaut des Heringseies $\frac{500}{1}$.

d. Deckschicht.
g. Grundschicht.
p. Freie Kerne des Parablast.

Fig. 3. Querschnitt durch die Embryonalanlage der Forelle. Verg. $\frac{160}{1}$.

ekt. Ektoderm. *d.* Deckschicht. *g.* Grundschicht.
mes. Mesoderm.
ent. Entoderm.

Fig. 4—8. Vier Querschnitte durch einen sehr jungen Embryo der Forelle. Verg. $\frac{280}{1}$.

Fig. 4. Schnitt am meisten nach hinten genomen.

Fig. 5. Schnitt etwas mehr nach vorn genommen.

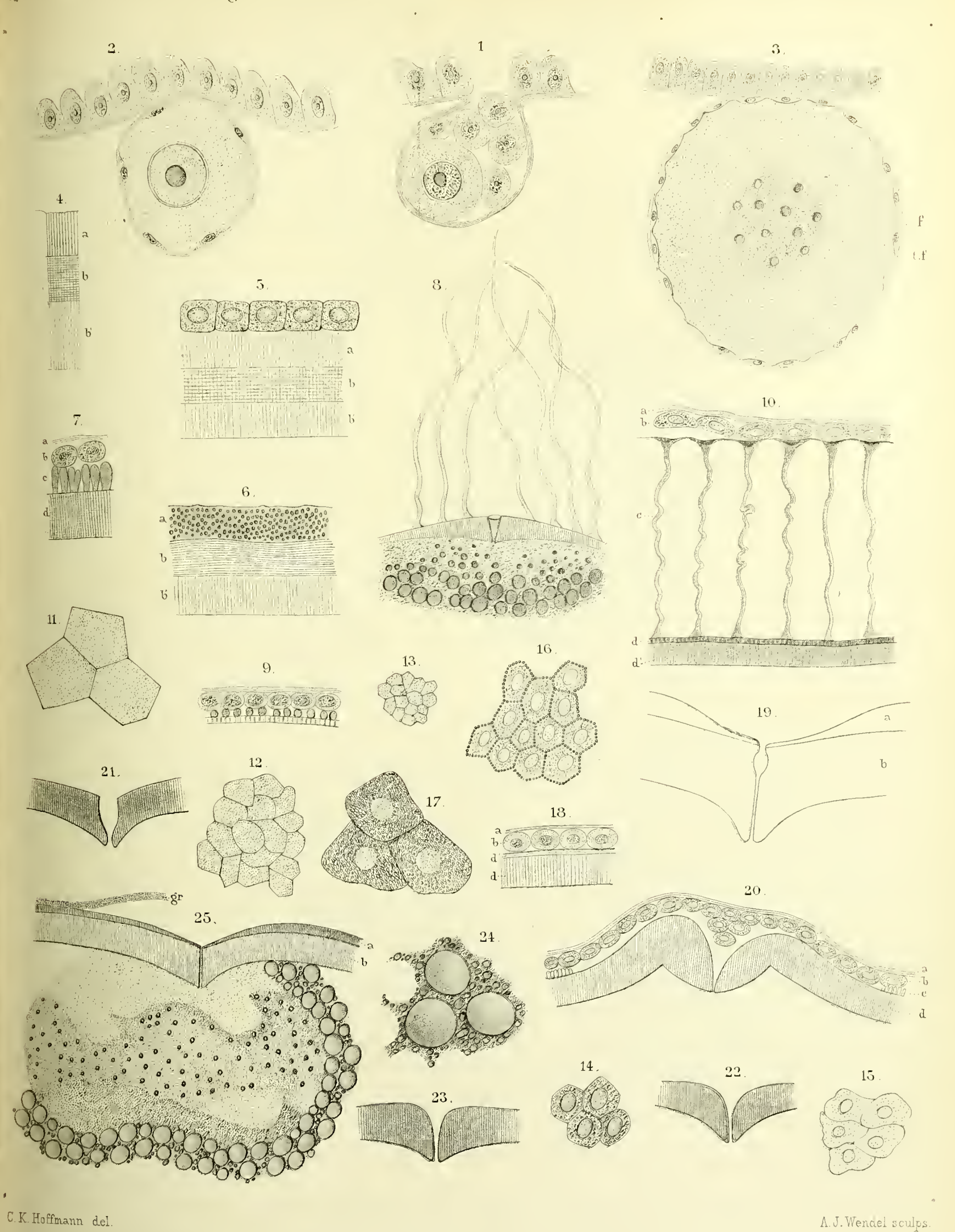
Fig. 6. Schnitt noeh etwas mehr nach vorn genommen.

Fig. 7. Schnitt am meisten nach vorn genommen.

ekt. Ektoderm. *d.* Deckschicht. *g.* Grundschicht.
mes. Mesoderm. *me'* Hautfaserplatte } des Mesoderms.
ent. Entoderm. *me²* Darmfaserplatte } des Mesoderms.
ch. Chorda.

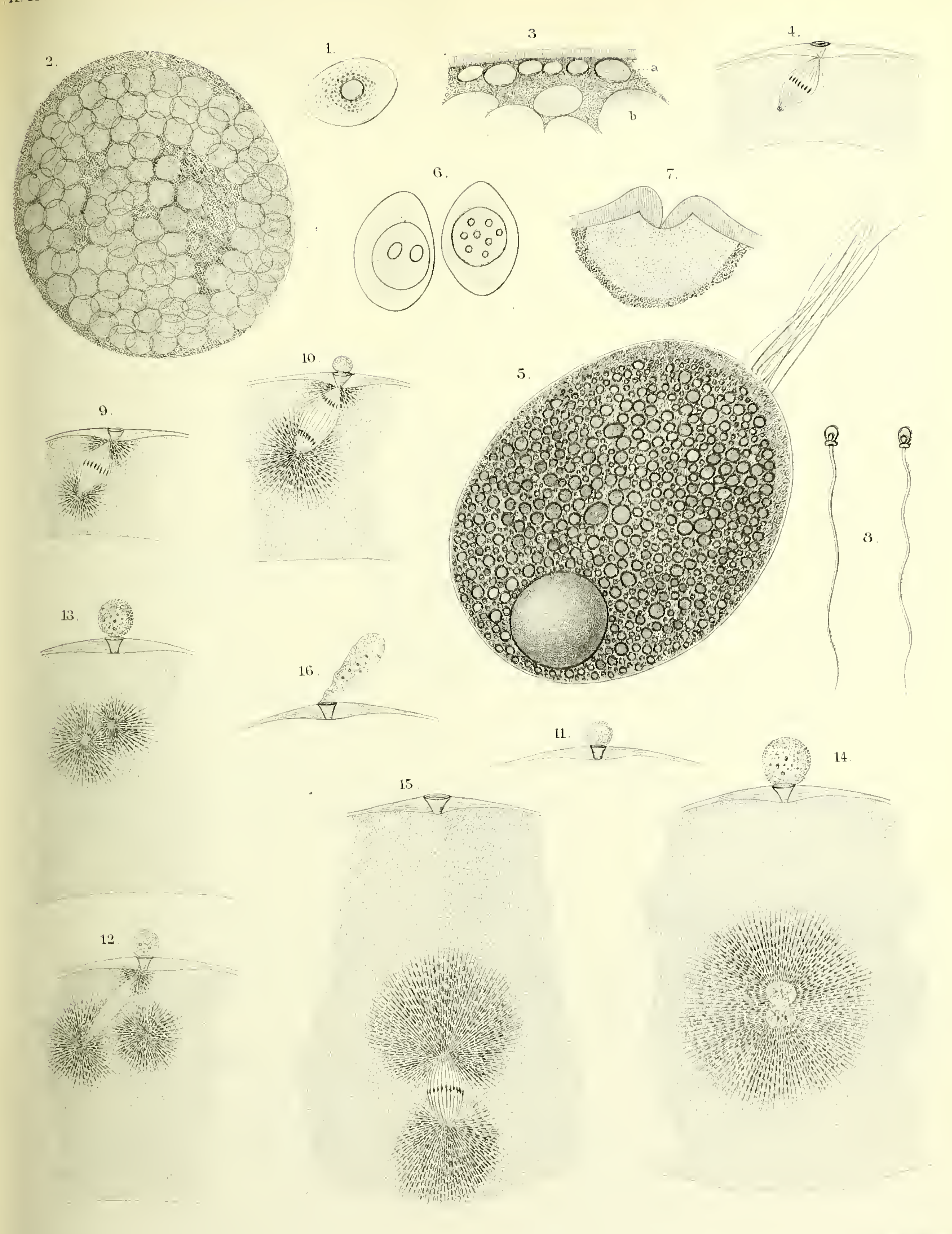
Fig. 8. Längsschnitt durch die Axe eines Forellenembryo etwas älter als die Schnitte von Fig. 4—8. Verg. $\frac{280}{1}$.

ekt. Ektoderm. *ch.* Chorda. *ent.* Entoderm.

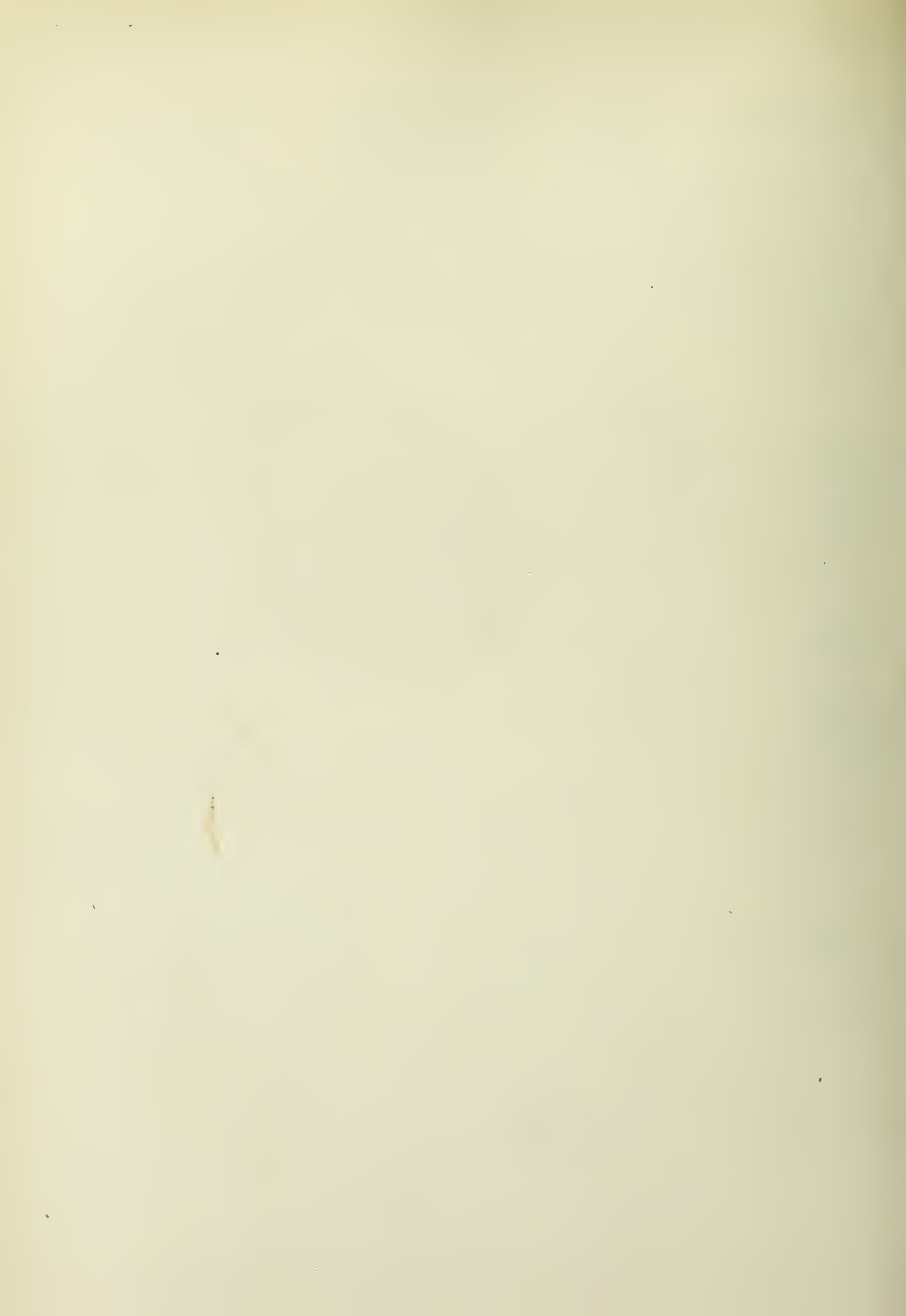


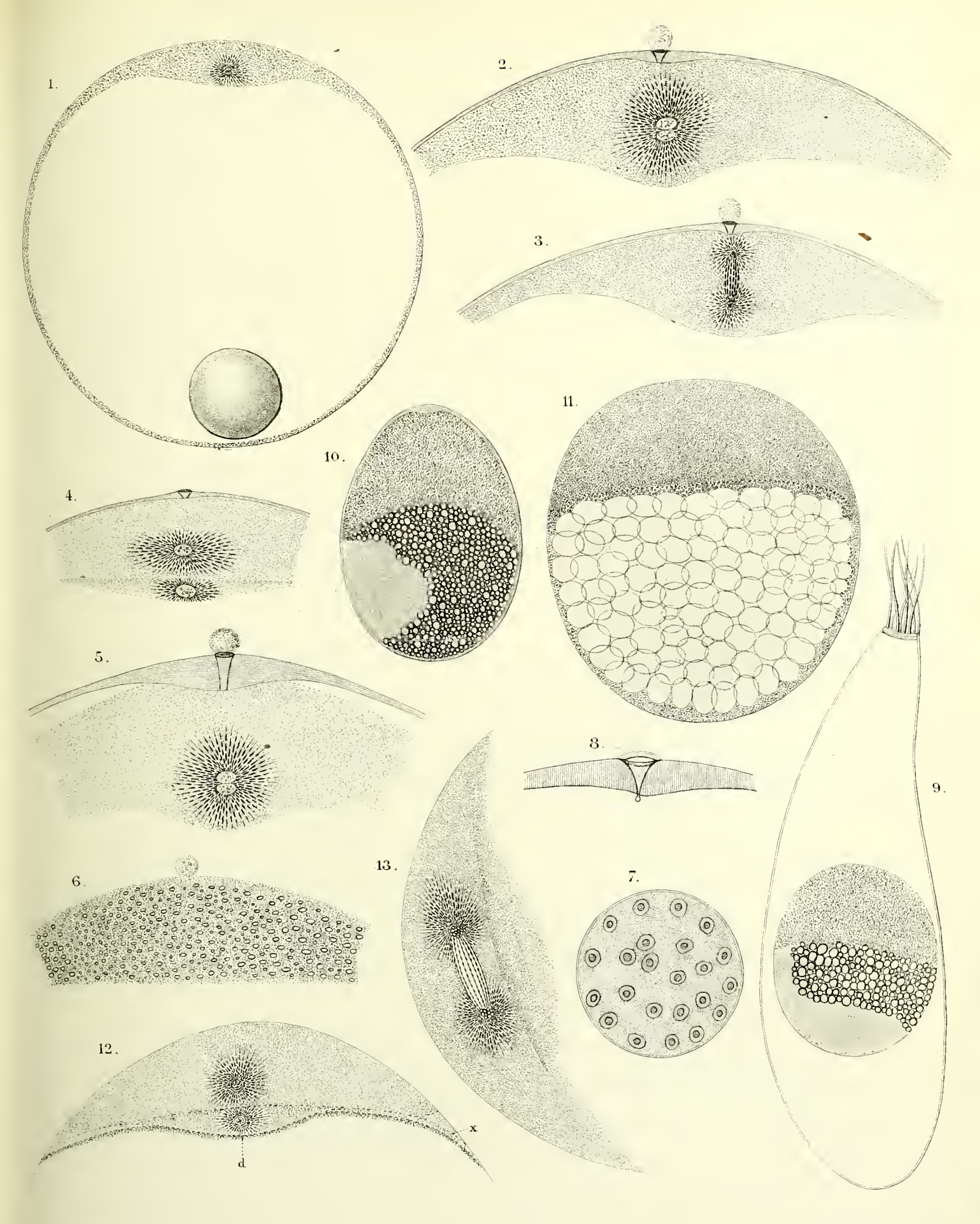
C. K. Hoffmann del. A. J. Wendel sculps.





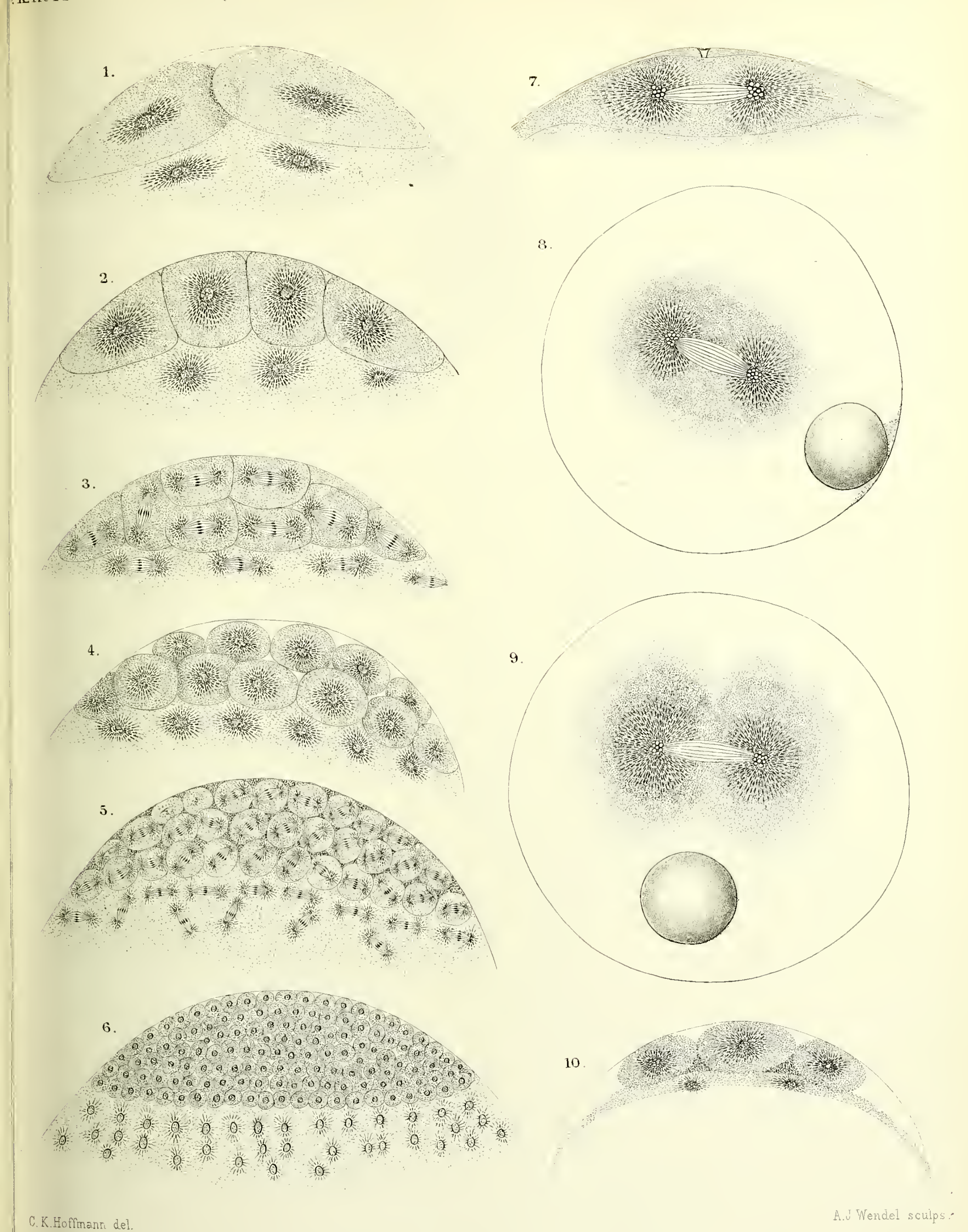
C. K. Hoffmann del.





C. K. Hoffmann del. A. J. Wendel sculps.

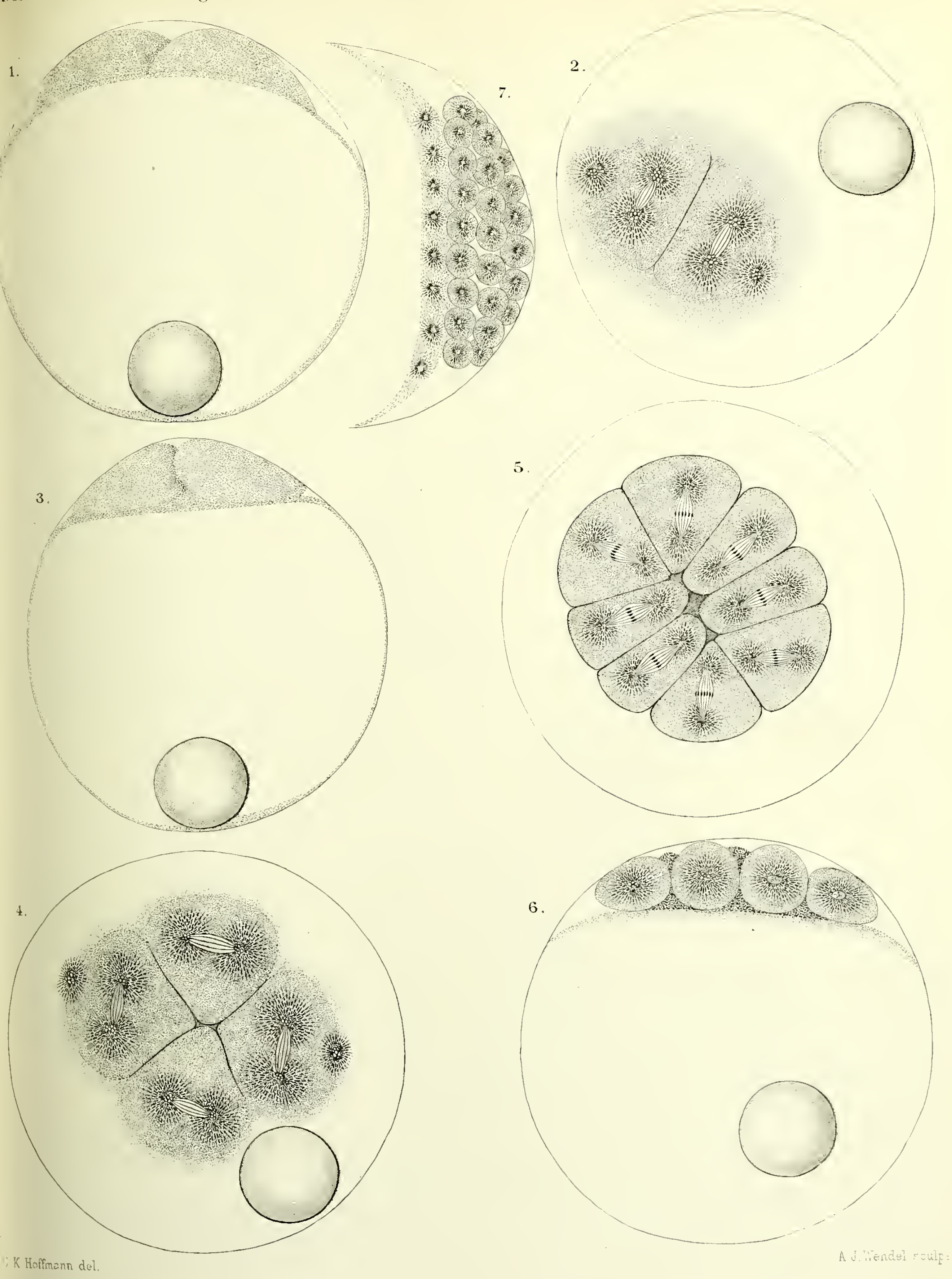




C. K. Hoffmann del.

A. J. Wendel sculps.

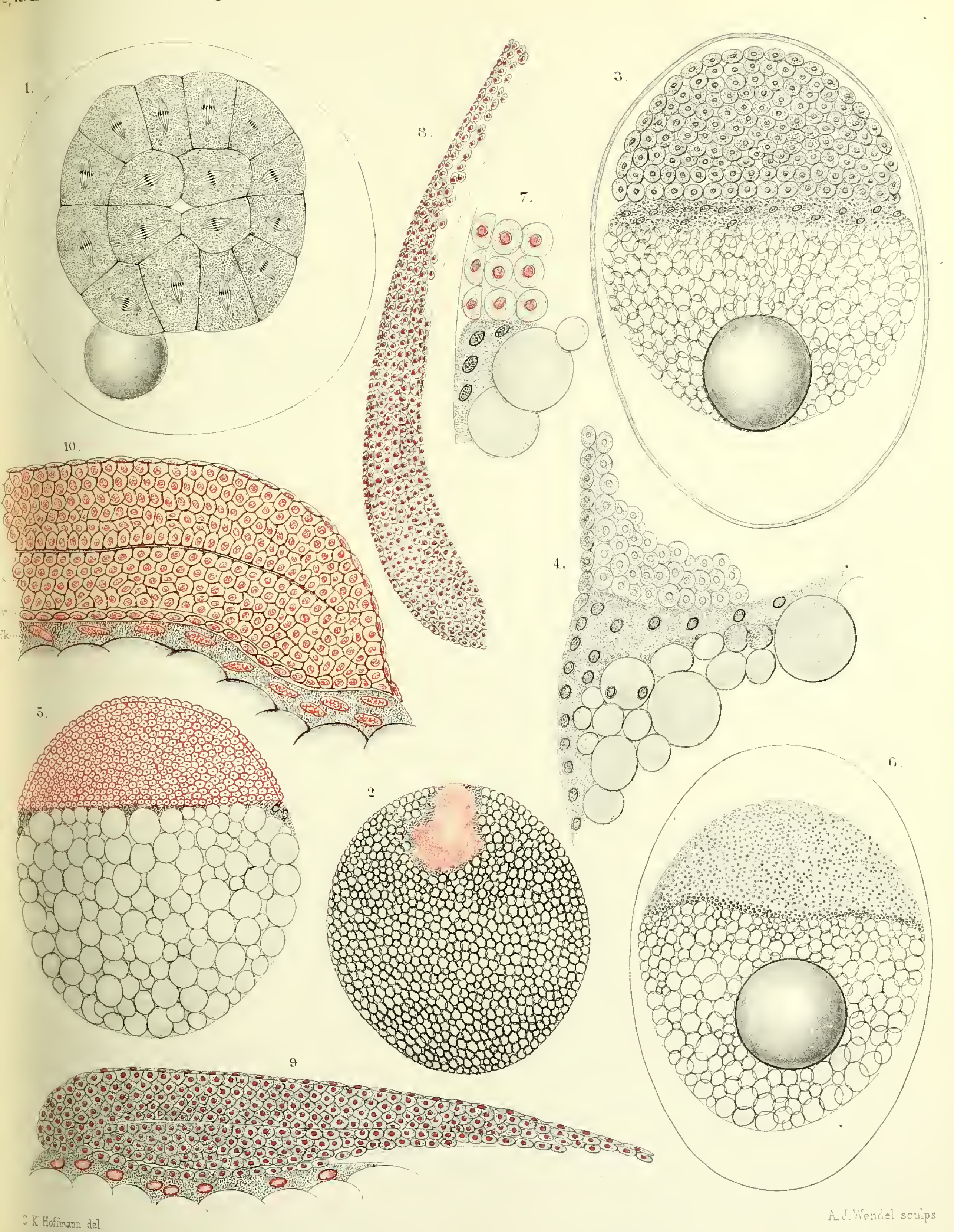




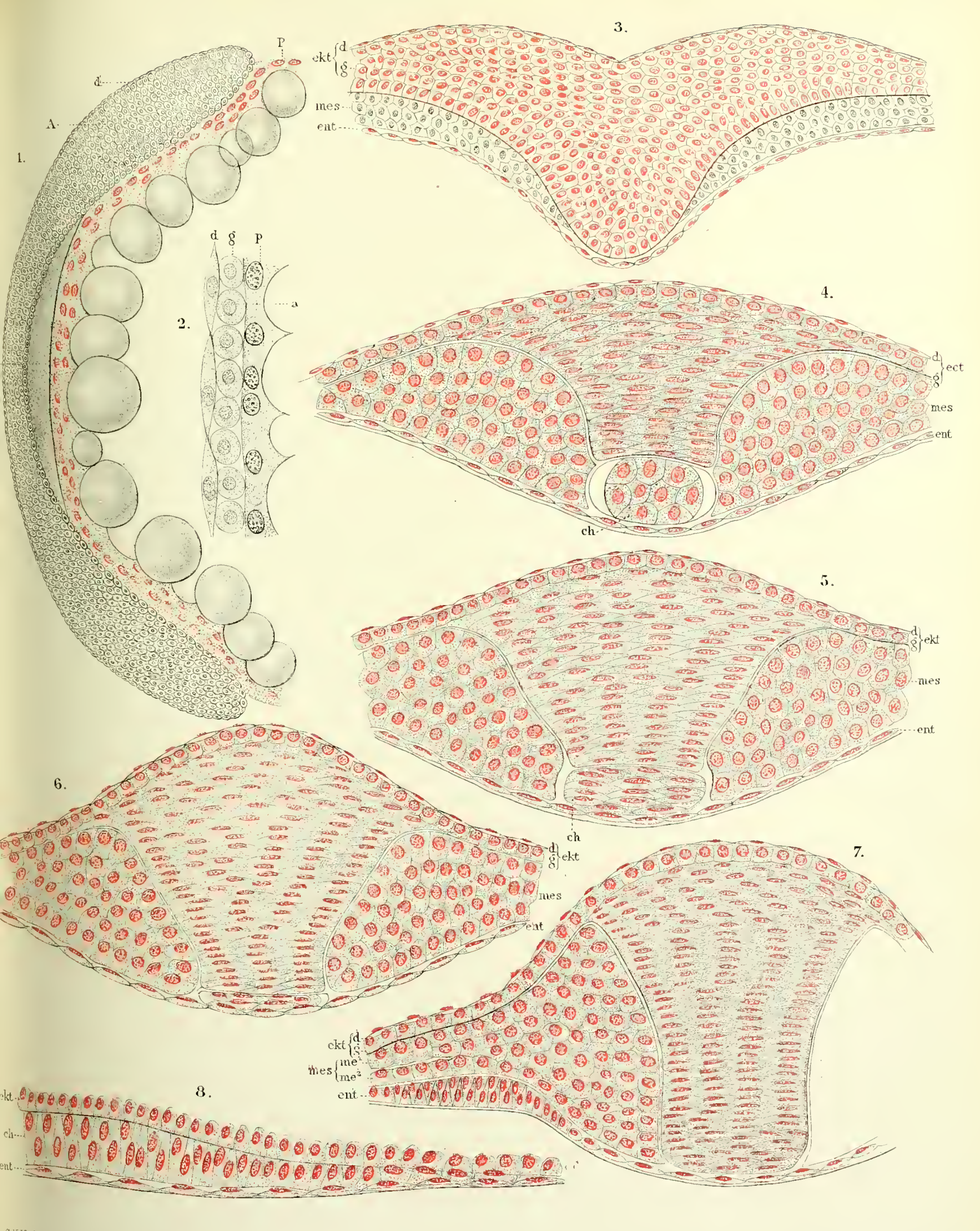
C. K. Hoffmann del.

A. J. Wendel sculp.




1.
2
3.
4.
5.
6.
7.
8.
9
10.
C K Hoffmann del.
A. J. Wendel sculps





C.K.Hoffmann del. A.J.Wendel sculps.

